anno XLV - numero 1 - gennaio 1973 - L. 500 - abbonamento postale - gruppo III/70

MENSILE
DI
TECNICA
ELETTRONICA

1

IMPIANTI CENTRALIZZATI TV
APPARECCHIATURE ELETTRONICHE
ANTENNE PER RADIOAMATORI
ANTENNE PROFESSIONALI

Cercasi concessionari per zone libere

RICHIEDETE IL NUOVO CATALOGO ILLUSTRATO

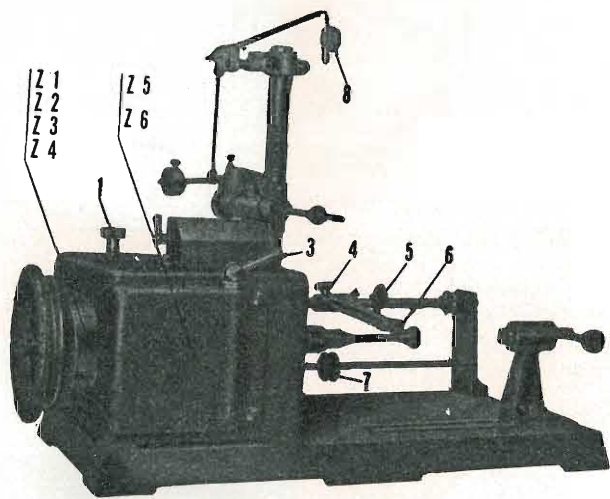
ALDENA - antenne e impianti - Via Odescalchi 4
20148 MILANO - Telefono 40.31.883

ASB/1

L'ANTENNA BREVETTATA
OMNIDIREZIONALE
E MULTIBANDA PER IMBARCAZIONI
O MEZZI MOBILI

Ing. R. PARAVICINI S.R.L.

MILANO
Via Nerino, 8
Telefono 803.426

BOBINATRICI PER INDUSTRIA ELETTRICA

TIPO PV 7

Tipo MP2A
Automatica a spire parallele per fili da 0,06 a 1,40 mm.

Tipo AP23
Automatica a spire parallele per fili da 0,06 a 2 mm., oppure da 0,09 a 3 mm.

Tipo AP23M
Per bobinaggi multipli.

Tipo PV4
Automatica a spire parallele per fili fino a 4,5 mm.

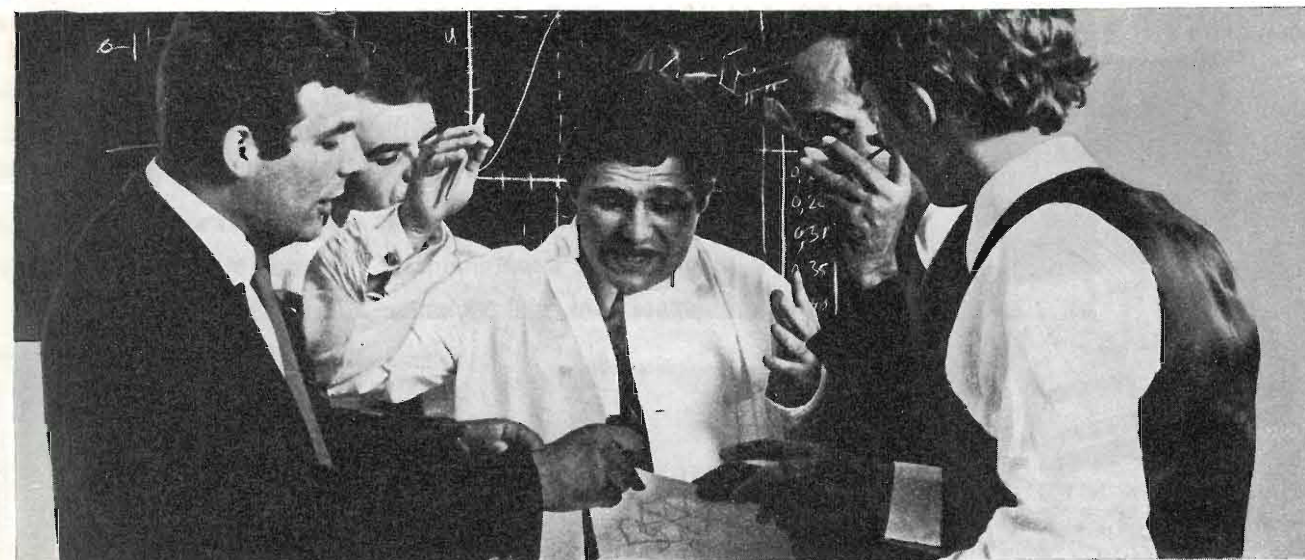
Tipo PV7
Automatica a spire incrociate. Altissima precisione. Differenza rapporti fino a 0,0003.

Tipo AP9
Automatica a spire incrociate.

Automatismi per arresto a fine corsa a sequenze prestabilite.

Tipo P 1
Semplice con riduttore.

Portarocche per fili ultracapillari (0,015) medi e grossi.

PHILIPS

Perchè discutere tanto su un problema già risolto?

I moduli logici Philips della SERIE 30, ad elevata immunità da disturbi, risolvono drasticamente i problemi di rumore

L'eliminazione dai circuiti logici del rumore prodotto all'interno od all'esterno dei medesimi, è un problema che il progettista deve di continuo affrontare.

Non perdete più tempo prezioso per risolvere questo problema! Ci sono i moduli logici Philips **serie 30** ad elevata immunità da disturbi, che lo risolvono per Voi.

Essi infatti rendono immuni i circuiti logici non solo dal cosidetto rumore statico ma anche da quello più temibile prodotto da impulsi spuri in c.a.

La nostra soluzione consiste nell'aver adattato l'immunità al rumore, alla velocità di risposta del sistema. Con i moduli della serie 30 basta infatti inserire nel circuito (quando occorre, naturalmente) un condensatore ritardatore, di valore appropriato, e i problemi di rumore verranno automaticamente eliminati.

La serie 30 oltre ad elementi logici comprende anche temporizzatori, amplificatori di potenza, comando lampada/relé, moduli interfaccia, ed altri accessori, come piastre a circuito stampato, connettori, chassis di montaggio; in una parola, tutto ciò che occorre per realizzare un sistema completo.

Il contenitore è un DIL a 16 o a 20 piedini.

A richiesta possiamo fornirVi tutte le informazioni riguardanti l'impiego di questi moduli.

Philips S.p.A. - Sez. ELCOMA - Rep. Microelettronica Professionale - p.zza IV Novembre, 3 - 20124 MILANO

A. NICOLICH

LESSICO TEDESCO - ITALIANO DELLE DEFINIZIONI TVC

La tecnica tedesca della TVC si è imposta in modo decisivo in Europa, foggiando una terminologia che non può essere ignorata da chi voglia accostarsi alla TVC.
I puristi delle lingue di ogni paese raccomandano di adottare termini tradotti nei rispettivi idiomi.
Anche in Italia, ossequienti alla direttiva letteraria, ci si sforza di tradurre i vocaboli tecnici stranieri, con il risultato di introdurre talvolta denominazioni, che non permettono di riconoscere quelle originali straniere creando confusioni facilmente comprensibili.
I Tedeschi hanno seguito la stessa via, arrivando a creare vocaboli sull'interpretazione di alcuni dei quali si rimane perplessi. Ad esempio, non è immediato riconoscere nel sostantivo « Bezugträgerstoss » l'innocente e ben noto « Burst » di sincronismo del colore.
Questo modesto vocabolarietto di TVC ha il duplice scopo di riportare in italiano i termini tedeschi e di darne le definizioni più succinte possibile per spiegarne i significati. Il lessico non è dunque riservato ai lettori che conoscono la lingua tedesca, ma costituisce una guida per tutti coloro che intendono dedicarsi alla TVC.
Nella compilazione del presente libretto, si sono considerati alcuni termini speciali, che non sono peculiari della TVC, ma che si riferiscono ai suoi fondamenti fisici e fisiologici.
Per l'elencazione dei termini in lingua tedesca, ci siamo valsi del Vol. I « Tecnica della TVC » della serie TELEFUNKEN FACHBUCH.

L. 2.000

EDITRICE IL ROSTRO

20155 Milano - Via Monte Generoso, 6a - Tel. 321542 - 322793

l'antenna

MENSILE DI TECNICA ELETTRONICA

N. 1 - gennaio 1973 - anno XLV

SOMMARIO

PROPRIETA' — Editrice il Rostro S.A.S.

DIRETTORE RESPONSABILE — Alfonso Giovene

DIRETTORE TECNICO — Antonio Nicolich

CONSULENTE TECNICO — Alessandro Banfi

Associata all'USPI (Unione Stampa Periodica Italiana)

DIREZIONE - REDAZIONE - AMMINISTRAZIONE - UFFICI PUBBLICITA' — Via monte Generoso, 6/a - 20155 - MILANO
Tel. 321542 - 322793 - C.C.P. 3/24227

Prezzo di un fascicolo L. 500, abbonamento annuo per l'Italia L. 5300, estero L. 10000. Per ogni cambiamento di indirizzo inviare L. 100 anche in francobolli.

Autorizz. Tribunale di Milano 9/9/1948 n. 464 del Registro - Stampa T.E.T. - Milano - Via Baldo degli Ubaldi, 6 - Diffusione DIPRESS - V. Bacchiglione 30 - Milano

EDITORIALE

Paola Guldi

Manovre della Stet per il Sécam

Il numero speciale de « l'Antenna » interamente dedicato alla Televisione a colori che è stato pubblicato all'inizio di dicembre, ha raggiunto, oltre ai nostri lettori, esponenti politici, professionisti, industriali, commercianti e giornalisti.

Per il contenuto speciale, anzi specialissimo, possiamo dire che l'eco è stata davvero vasta e vivace, nonostante gli inconvenienti dovuti agli scioperi dei dipendenti delle Poste. Numerosi lettori ci hanno telefonato e scritto, soprattutto per sottolineare l'utilità informativa dei servizi, che affrontavano, come è noto, gli aspetti politici, economici e tecnici dell'annoso problema della TVC; in particolare, è stato molto apprezzato l'articolo dell'ing. Nicolich, dove per la prima volta forse, venivano rese comprensibili le caratteristiche e le differenze fondamentali tra il Pal e il Sécam. Naturalmente vi sono state reazioni contrastanti; in particolare, abbiamo osservato con rammarico che, negli ambienti politici strettamente interessati all'argomento, sembra scarseggiare non diciamo l'autocritica che sarebbe chieder troppo, ma anche un minimo di spirito, mentre in cambio, abbonda l'acredine nei confronti di chi esercita il più normale dei diritti di una democrazia cioè la libertà di stampa, di opinione e di critica.

Ovviamente, con la nostra chiara esposizione dei motivi che rendono più opportuna la scelta del Pal, non potevamo pretendere che dall'ambiente vicino ai paladini del Sécam, ci venissero indirizzate entusiastiche voci di assenso; ma non avremmo davvero mai immaginato che questo ambiente ci avrebbe inviato addirittura — come è accaduto — un discreto ma preciso messaggio portato da un « ambasciatore » qualificato, un messaggio che si riferisce a « segreti provvedimenti », a decisioni già prese, sottintendendo che, per quanto ci agitiamo, non possiamo far nulla, tanto a vincere sarà il Sécam.

E qui sta appunto la spiacevole sostanza del discorso: « noi sappiamo per certo — ci ha dichiarato questo ambasciatore — che la decisione a favore del Sécam è stata già presa da tempo e viene mantenuta segreta, nei reconditi cassetti del presidente del consiglio; un altissimo funzionario della STET il cui cognome comincia per B. ci ha assicurato in tal senso e presto, insieme a nuovi provvedimenti riguardanti la televisione per cavo, nonché l'avvio del servizio di televisione a colori, si vedrà chi tra paladini del Pal e paladini del Sécam aveva ragione! »

Questa la sintesi del « minaccioso » discorso che va preso con molte, moltissime molle. L'abbiamo voluto riferire perché queste manovre, tipicamente « romane » ove sia possibile vanno rivelate. E poi infine ci siamo chiesti: se è vero quanto ci è stato detto — e la fonte è davvero molto autorevole — si tratta di un gravissimo oltraggio (scusateci il termine un po' forte), al parlamento, l'unico organo in grado di decidere e decidere pubblicamente; si tratta quindi di un abuso di potere che va colpito se c'è stato.

E se invece il contenuto del messaggio non fosse vero, altro non sarebbe che una dispettosa, furbesca e irosa reazione da parte di chi ha ormai perso la partita e così come aveva tentato di vincerla, con mezzi non proprio chiari, così ora, poco sportivamente, cerca di inquinare sin che gli è possibile le acque.

Generatori di luci psichedeliche

G. Kuhn

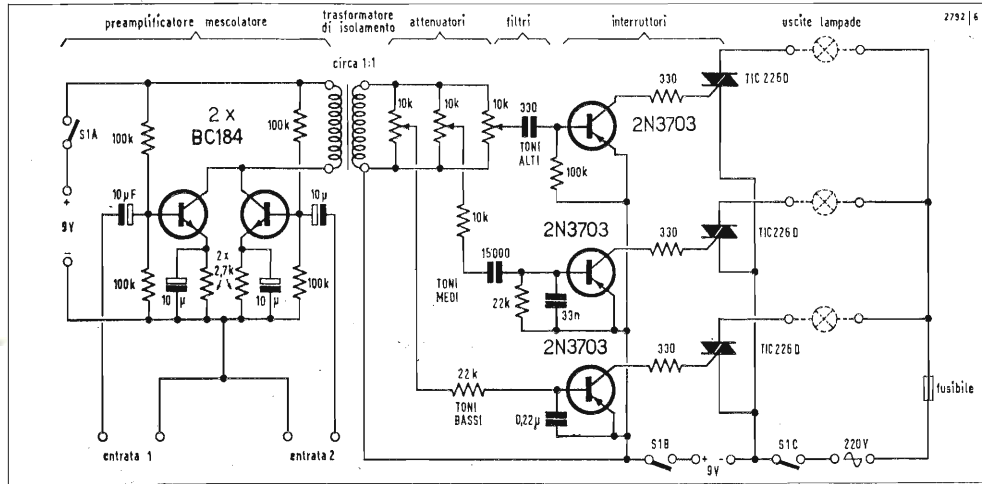
La musica, oltre che ascoltata, può anche essere visualizzata, se all'amplificatore che pilota gli altoparlanti si aggiunge questo generatore che alimenta sorgenti luminose di differenti colori.

1. Funzionamento dell'apparecchio

Questo generatore, che comporta unicamente semiconduttori e non fa uso di relé o di altri dispositivi elettromeccanici, va collegato ad una sorgente di bassa frequenza, ha lo scopo di accendere una lampadina (per esempio verde) quando la frequenza all'ingresso è inferiore a circa 200 Hz, di accenderne una azzurra (per esempio) quando la frequenza è compresa fra circa 200 Hz e 2kHz e di accenderne un'altra (diciamo rossa) quando la frequenza è superiore a circa 2 kHz.

Se le frequenze all'ingresso sono mescolate, le lampadine possono accendersi contemporaneamente. Le lampadine possono essere delle sorgenti luminose di qualsiasi tipo, purché a filamento, cioè comuni lampadine d'illuminazione, oppure di quelle chiamate « spot » o quelle « flood », a seconda dell'illuminazione desiderata. Se si vuole si possono anche raggruppare le lampadine di vario colore dietro uno schermo smerigliato, oppure, con risultato ancora più spettacolare, di vetro prismatico, che costituisca la parete frontale di una cassa del tipo per altoparlanti.

In altre parole ogni lampada del sistema risponde ad una determinata banda di frequenze della musica, ed alla sua intensità. Questo funzionamento fa sì che le varie lampade si accendano più o meno, o lampeggino in relazione al ritmo della musica, al volume ed alla tonalità. Gli effetti di luce pulsante e colorata sono veramente rimarchevoli: con musica fortemente ritmata si hanno sprazzi violenti di luce, correlati con i vari strumenti; ai passaggi più lievi corrispondono affascinanti slittamenti di colore. Si può effettivamente parlare di ascolto della musica e delle forme colorate, che costituisce un'esperienza difficilmente descrivibile: la traslazione della musica in colore è molto fedele, e le combinazioni delle immagini sono altrettanto differenti e innumerevoli quanto quelle dei suoni.

Fig. 1 - Generatore di luci psichedeliche.

2. Schema elettrico

Sono previsti (Fig. 1) due ingressi per il segnale di bassa frequenza, i quali sono equivalenti e perfettamente separati, in modo da poter essere collegati alle uscite dei due canali stereofonici di un amplificatore senza produrre, nell'amplificatore un accoppiamento indesiderato fra i due canali. Ciò è ottenuto con due stadi di amplificazione identici, con il circuito di uscita comune. Poiché le sorgenti luminose sono generalmente alimentate direttamente dalla rete, è necessario inserire in qualche punto del circuito una separazione galvanica totale della terra e dell'alimentazione. Ciò è ottenuto, nel circuito descritto, da un trasformatore con rapporto all'incirca di 1 : 1. Si presta bene allo scopo un trasformatore di accoppiamento fra pilota e stadio finale in classe *B* di piccola potenza a transistori, come è frequentemente impiegato nei radioricevitori e registratori portatili con circa 0,5 W di potenza d'uscita. Per migliorarne l'isolamento fra gli avvolgimenti, se già non è stato fatto dal fabbricante, è consigliabile procedere all'impregnazione a caldo di tutto il trasformatore con un appropriato composto isolante (o anche a freddo, dopo essicazione, con araldite).

Sul secondario del trasformatore T_1 si dispone della somma dei segnali bassa frequenza d'ingresso. Questo segnale è suddiviso nelle sue componenti che chiameremo dei toni bassi, dei toni medi e dei toni alti mediante tre semplici filtri integratori-differenziatori a resistenza-capacità. Ciascuna delle tre componenti è di ampiezza regolabile per mezzo dei potenziometri P_1, P_2 e P_3: ciò per adattare lo strumento alle caratteristiche dei segnali d'ingresso, e modificare gli effetti di luce in funzione del tipo di musica e dei propri gusti.

Fig. 2 - Alimentatore doppio.

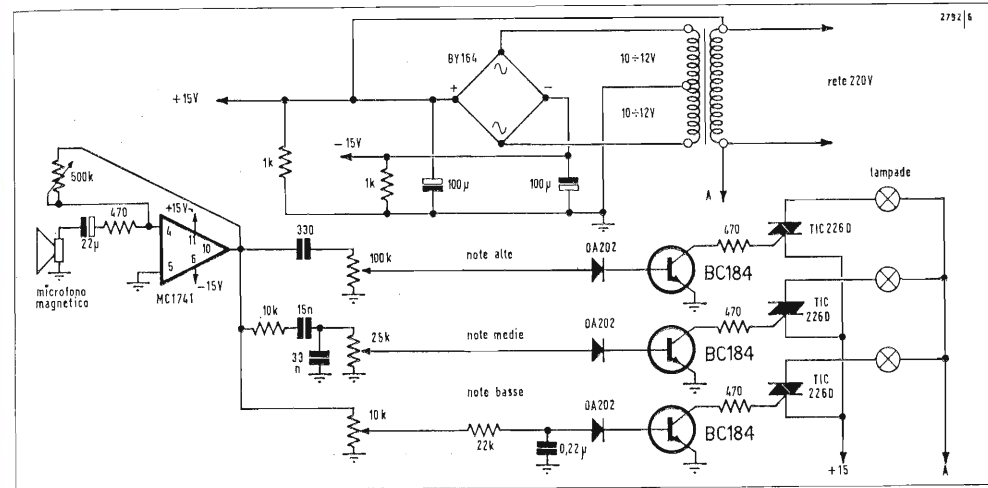
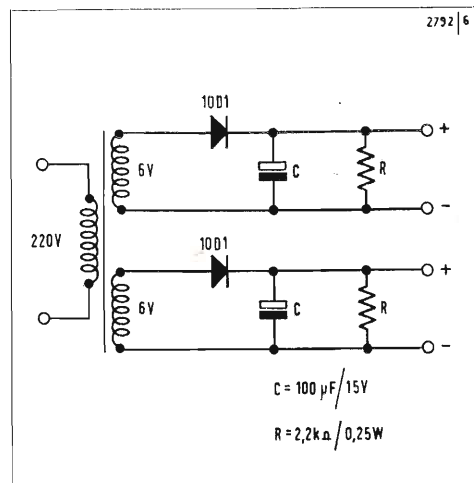



Fig. 3 - Generatore con entrata a microfono.

Fig. 4 - Adattamento di un microfono piezoelettrico.

I transistori all'uscita di ogni filtro agiscono come discriminatori di ampiezza e amplificatori per il pilotaggio dei tiristori bidirezionali (Triac). Infatti ogni transistore incomincia a condurre quando la relativa componente in uscita del filtro raggiunge la soglia di circa 0,6 V, che è la tensione richiesta per iniziare la conduzione fra base ed emettitore. L'introduzione di questa soglia accentua il potere separatore dei filtri, i quali, essendo di primo ordine per non provocare un'eccessiva attenuazione, tagliano con una pendenza di 6 decibel per ottava.

I Triac costituiscono gli interruttori delle sorgenti luminose; rispetto ai tiristori presentano il vantaggio di sfruttare entrambe le semionde della corrente alternata di alimentazione: per questo fatto le sorgenti luminose svilupperanno la loro piena potenza, mentre se si fossero usati tiristori (che lasciano passare solo le semionde di un segno) avrebbero fornito solo il 50% della loro potenza.

Per mettere in conduzione i Triac occorre fornire una corrente (di qualsiasi polarità) all'elettrodo di controllo, o porta. Di questo s'incaricano appunto i tre transistori già esaminati, che sono posti all'uscita di ciascun filtro.

Ecco che abbiamo realizzato, probabilmente nel modo più semplice possibile, il convertitore suono-luce, a due canali d'ingresso e tre vie di uscita. Se si dispone di un solo segnale a bassa frequenza, esso va collegato alle due entrate in parallelo, oppure a una qualsiasi delle due entrate, lasciando indifferentemente aperta o in corto circuito l'altra entrata. Su ognuna delle vie di uscita si possono collegare una o più lampade a filamento da 220 V per una potenza massima pari alla capacità dei Triac, che è di oltre 1 kW, se muniti di alette di raffreddamento.

Ci rimane da esaminare il problema dell'alimentazione. La soluzione più semplice consiste nell'utilizzare due piccole pile da 9 volt del tipo per radiolina a transistori: il consumo sia del preamplificatore, sia dei tre circuiti di pilotaggio dei Triac è di pochi milliampere, e si può stimare che la durata delle due pile sarà, per un uso normale, di almeno un anno. È conveniente interrompere la connessione delle pile quando l'apparecchio non è in funzione (almeno di quella del preamplificatore il quale assorbe circa 4 mA in continuazione; quella dei circuiti di pilotaggio è chiamata a erogare qualche decina di milliampere soltanto quando i Triac entrano in funzione). Ciò può esser fatto con un doppio interruttore accoppiato all'interruttore principale di rete S1A, S1B e S1C sulla Fig. 1).

Se non si vogliono impiegare delle pile, un piccolo trasformatore con due secondari separati, della potenza di qualche watt, e due semplici raddrizzatori sono ampiamente sufficienti (Fig. 2).

Una variante dell'apparecchio è riportata in Fig. 3: con questa versione non è necessaria la connessione elettrica con il sistema sonoro: un microfono infatti capta direttamente la musica e pilota il generatore di luci psichedeliche. In questo caso non esiste il problema della separazione galvanica: si può fare a meno del trasformatore di accoppiamento, e un solo alimentatore è sufficiente. Come microfono si può far uso di un piccolo altoparlante del tipo reversibile usato in un interfono (impedenza di qualche centinaio di ohm), o anche di un qualunque altoparlante di radiolina, con il suo trasformatore di uscita impiegato come trasformatore elevatore. Si può anche impiegare un microfono magneto-

dinamico del tipo da registratore, o un microfono piezoelettrico, secondo la variante riportata in Fig. 4, per tenere conto della sua alta impedenza.
Per semplificare il circuito, l'amplificatore del segnale fornito dal microfono è un circuito integrato lineare tipo 741: si tratta di un amplificatore operazionale ad alto guadagno e compensazione interna. Una rete di controreazione comprendente un potenziometro permette di regolare la sensibilità per un buon risultato in funzione dell'installazione. Se il microfono impiegato non ha una risposta sufficiente alle più basse frequenze, è facile introdurre una compensazione nella rete di controreazione, mediante il condensatore *C* il quale, tagliando le frequenze alte, produce una esaltazione delle basse.
L'amplificatore è seguito dal complesso dei filtri a tre vie a dosaggio indipendente e dal sistema di commutazione a tre Triac, analogamente al circuito visto in precedenza.
L'alimentatore è costituito da un piccolo trasformatore con un solo secondario a presa centrale che fornisce all'incirca 2 x 10 volt, con un centinaio di milliampere. La presa centrale e l'uso di un ponte di diodi permettono l'ottenimento di una tensione positiva e una negativa rispetto al comune, come è richiesto dall'amplificatore integrato. Naturalmente anche con un semplice avvolgimento di circa 20 volt si può ottenere lo stesso risultato, data la debole potenza richiesta (Fig. 5)

3. Montaggio

Tutti i circuiti non sono critici; l'unica precauzione da osservare è un buon isolamento, a causa della presenza della tensione di rete.
Data la semplicità, è facile preparare un circuito stampato per collocarvi tutti gli elementi: se la potenza di ogni lampada (o gruppo di lampade) non supera 200 watt, anche i Triac possono essere montati sul circuito stampato (o altrimenti) senza alette di raffreddamento. L'insieme può essere montato in una scatola metallica standard, facilmente reperibile, o anche incorporato in un amplificatore mono o stereo.
In principio non sono da temere segnali parassiti di disturbo: se questi dovessero verificarsi, è in genere sufficiente, per la loro soppressione, l'inserimento di un filtro di rete sull'ingresso a 220 volt del generatore di luci psichedeliche (Fig. 6). Le entrate del primo circuito presentano un'impedenza dell'ordine di 10 kΩ, e richiedono un segnale di circa 100 mV: si può ridurre la sensibilità ed aumentare l'impedenza con l'inserimento di una resistenza in serie. La connessione ad un amplificatore si può fare sull'uscita magnetofono, se esiste, o direttamente sull'uscita altoparlante.

Fig. 5 - Alimentatore semplificato.

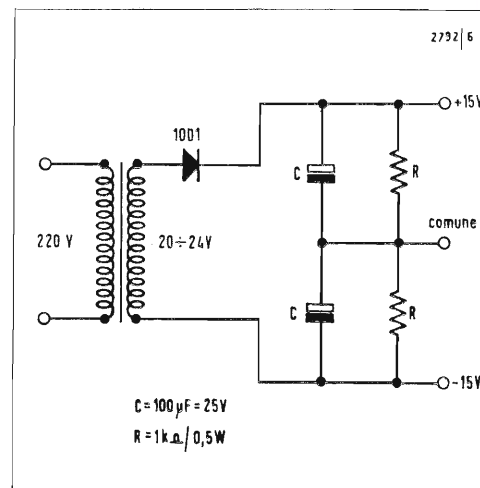
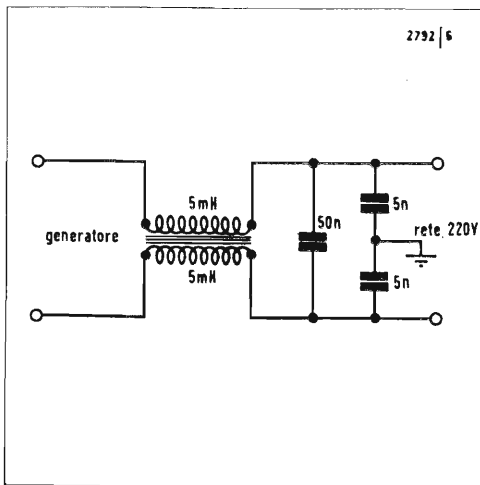



Fig. 6 - Filtro di rete.

Preamplificatore audio impiegante le tecniche dell'amplificatore operazionale

Daniel Meyer - a cura di G. Frateschi

È risultato ovvio da vario tempo che il livello delle prestazioni ottenibile da un comune circuito preamplificatore a due-tre transistori non è più abbastanza soddisfacente nei sistemi di qualità elevata.
In un tipico circuito del tipo rappresentato nella Fig. 1, il guadagno a circuito aperto può essere al massimo di 60 od anche 70 dB. Se il guadagno a circuito chiuso è fissato a un valore ragionevole, diciamo 30 dB, la distorsione è piuttosto alta alle frequenze più basse dove le esigenze di equalizzazione rendono necessari considerevoli aumenti dei bassi. A 30 Hz sono richiesti oltre 18 dB e come risultato il circuito ha solamente da 10 a 15 dB di reazione negativa restante. Questo può facilmente tradursi in una distorsione dell'ordine dell'1% o più, troppo alta per essere tollerata ancora più a lungo nei sistemi di miglior qualità.
La soluzione consiste in un circuito preamplificatore con miglior linearità, o maggior reazione; il che richiede tanto per cominciare un più alto guadagno a circuito aperto. Vi sono vari modi per avvicinarsi a questo problema di progetto, ma uno dei più interessanti e soddisfacenti sembra essere quello di considerare il circuito come se fosse un amplificatore operazionale speciale. Si è fatto così nel circuito integrato della Motorola MC1303 e generalmente con buoni risultati. Le prestazioni sono più che abbastanza buone sotto molti aspetti, ma il rumore ed il carico di uscita ammissibile non sono all'altezza dei migliori standard. Ambedue le caratteristiche sono dovute a problemi inerenti la fabbricazione dei circuiti integrati. Il rumore tende ad aumentare assieme al numero delle operazioni di elaborazione e non è per nulla difficile trovare singoli transistori che diano migliori cifre di rumore di quelli sulla piastrina del circuito integrato.
I progettisti di circuiti integrati sembra che considerino più importanti le prestazioni dell'amplificatore come amplificatore di c.c. rispetto alle caratteristiche che possono invece interessare i circuiti a bassa frequenza. Caratteristiche come la corrente di polarizzazione d'ingresso, tensioni e correnti di spostamento d'ingresso, mentre sono importanti in un amplificatore in c.c., hanno poca importanza in un amplificatore audio. In un sistema acustico ci interessa soprattutto delle seguenti caratteristiche:

– distorsione generata dal circuito quando viene usato come preamplificatore equalizzato;

– rumore generato nello stadio d'ingresso;

– campo dinamico, o massimo livello d'ingresso;

– impedenze d'entrata e d'uscita.

Così se si intende usarlo come un amplificatore di audio frequenza, l'accoppiamento d'ingresso diventa senza importanza. L'amplificatore in c.c. avrà un guadagno unitario in c.c. in condizioni di circuito chiuso e qualunque piccolo accoppiamento possa presentarsi in uscita per un imperfetto adattamento delle correnti e/o tensioni d'ingresso, non ha importanza. Noi pure non siamo interessati alla compensazione, che darà luogo ad un amplificatore stabile con guadagni in ogni caso sotto l'unità. Il circuito può essere progettato sapendo che il guadagno nella parte centrale della gamma sarà intorno ai 30-40 dB.
Il progettare il circuito come un amplificatore operazionale per uso speciale ci offre due utili caratteristiche. Primo, troviamo che tutte le uscite e le entrate dei segnali sono a potenziale di terra (massa) continuo. Questo è molto comodo per il progetto di un sistema completo, perchè non è necessario preoccuparsi molto degli effetti delle cariche e scariche dei condensatori di accoppiamento quando vengono inseriti i commutatori o vengono variate le posizioni dei contatti scorrevoli dei potenziometri.
Secondo, si è di fronte a un circuito il cui guadagno è fissato dal valore dei due resistori nel circuito di reazione e così la prestazione è uniforme nonostante le variazioni nelle caratteristiche dei componenti.

Particolari di progetto

Lo stadio d'ingresso, come in quasi tutti gli amplificatori operazionali è un amplificatore differenziale, i cui emittori sono alimentati da una sorgente di corrente.

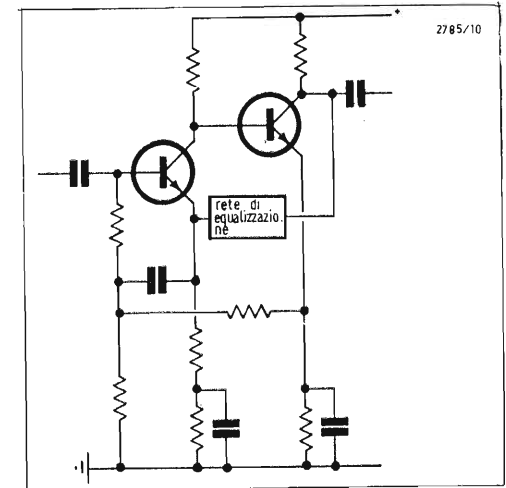



Fig. 1 - Con preamplificatori convenzionali del tipo rappresentato, l'equalizzazione ha come conseguenza una distorsione relativamente alta alle basse frequenze – la correzione R.I.A.A. di sopraelevazione 18 dB a 30 Hz significa che vi è una reazione negativa relativamente piccola alla b.f.

Fig. 2 - Miglior linearità significa più reazione ed anche più guadagno a circuito aperto. L'uso di una sorgente di corrente « dinamica » come carico di collettore aumenta il guadagno.

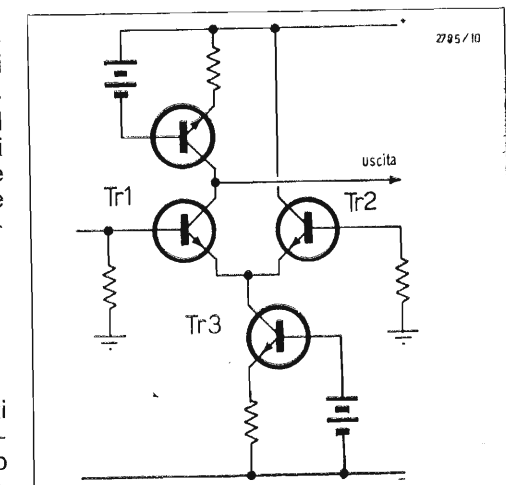
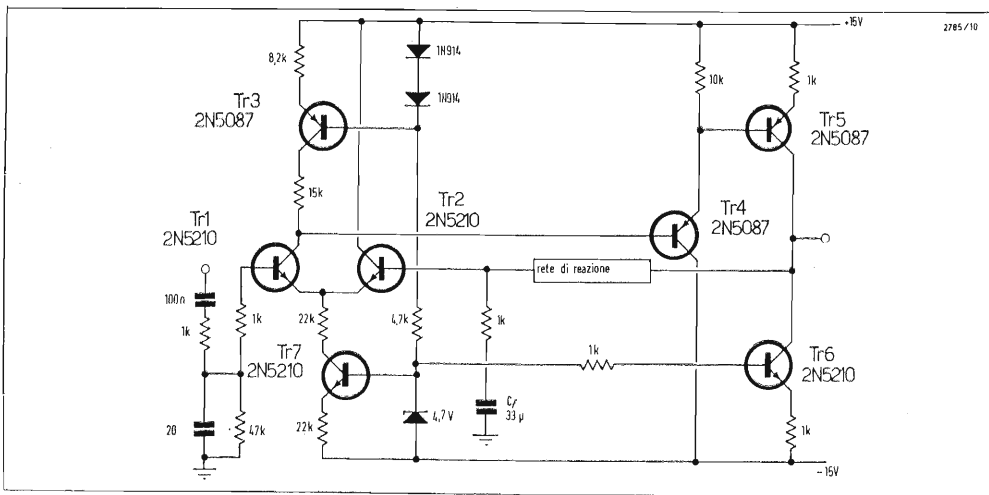
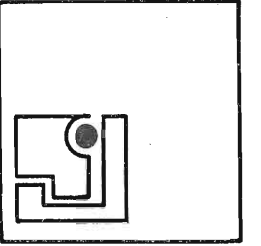



Fig. 3 - Un carico della sorgente di alimentazione, *Tr*6, viene pure usato per il secondo transistore amplificatore *Tr*5, *Tr*1 fornisce un guadagno di 68 dB e *Tr*3 45 dB.

Fig. 4 - L'impedenza di carico ai capi della quale si determina l'intera uscita è in funzione delle resistenze di emittore del *Tr*5 e del *Tr*6 che controllano la corrente di riposo (ritenendo l'alimentazione − 15 V).

Questa è di solito inclusa per incrementare la rejezione di modo comune, ma in questo caso è usata solamente per aumentare l'isolamento del circuito dalla linea di ritorno di massa negativo. Il segnale in ingresso della Fig. 2 « vede » il circuito di collettore della sorgente di corrente del *Tr*1 come un'elevata impedenza sul ritorno al negativo dell'alimentazione. Come risultato, la rejezione di ondulazioni o fluttuazioni di tensione viene considerevolmente migliorata. I transistori *Tr*1 e *Tr*2 si dividono tra loro la corrente della sorgente di alimentazione. La corrente consentita è scelta per dare una cifra ottimale di rumore per i transistori in questo caso del valore di 100 µA.

Per ottenere la più bassa distorsione possibile dallo stadio è necessario avere il massimo guadagno. Come è stato ben rilevato infatti la non-linearità dei transistori bipolari viene ridotta quando il guadagno viene aumentato. La migliore situazione è ottenuta usando un carico dinamico nel circuito di collettore. Così un carico ha sostanzialmente un'impedenza dinamica più alta della sua resistenza in c.c. Un carico dinamico consiste in un resistore di carico precalcolato, e in un carico « attivo », o una sorgente di corrente. La sorgente di corrente dà un disturbo minimo e viene inserita come si vede in Fig. 3. Il circuito della corrente di alimentazione del *Tr*3 è polarizzato da due diodi IN914 e la corrente che vi passerà è controllata dal valore delle resistenze d'emettitore. Ammesso che la tensione di polarizzazione della base sia stabile, la resistenza dinamica sarà proporzionale all'inverso della pendenza della caratteristica corrente di collettore − corrente di base del transistore.

Più bassa è la pendenza, più alta è l'impedenza.

Un resistore prefissato è aggiunto in serie con l'alimentazione di collettore del transistore, al fine di isolare la capacità collettore-base dalla via del segnale ad alta frequenza. Per l'impedenza molto alta presentata dalla sorgente di alimentazione e dal collettore dell'amplificatore, un valore di capacità relativamente piccolo può determinare una anomalia nella risposta dell'amplificatore entro la gamma audio. Per impedire il carico del circuito di collettore dello stadio d'entrata e la diminuzione di guadagno, viene usato come dispositivo di adattamento fra gli stadi, un « emitter follower ». Questo trasferitore di emettitore (*Tr*4 nella Fig. 3) pilota il circuito di base del *Tr*5 nel secondo stadio di amplificazione. Viene ancora usato il carico di collettore dall'alimentatore per il massimo guadagno e la miglior linearità possibile.

L'impedenza d'uscita di questo circuito

Fig. 5 - Il guadagno totale è $(R_1 + R_2)/R_1$. Il resistore R_1 è di 1 kΩ ed R_2 è nel circuito di reazione della Fig. 6.

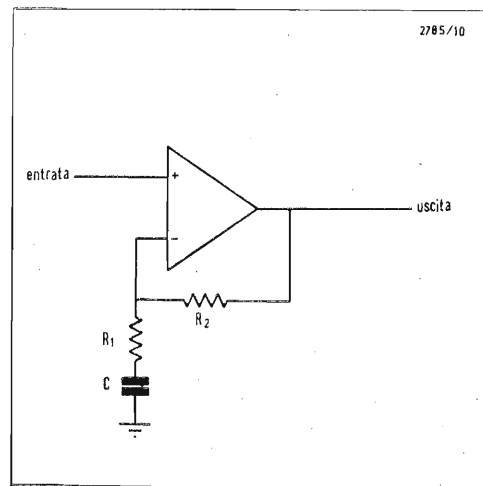
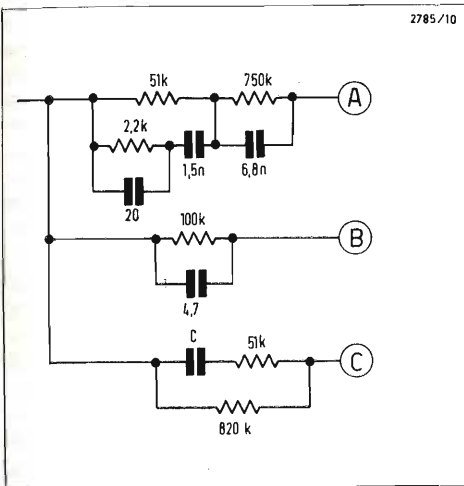
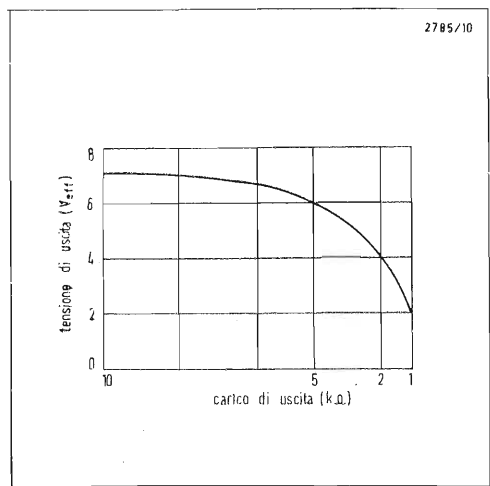



Fig. 6 - Reti di equalizzazione per il circuito della Fig. 3. I valori sono *A*) per il fonorilevatore (cartuccia magnetica), *B*) per il microfono dinamico, e *C*) per la testina di registrazione. Il condensatore *C* deve essere 910 pF per 7 1/2 poll. (190,5 mm)/sec e 1,5 nF per 3 3/4 poll. (95,25 mm)/sec. La tolleranza dei componenti deve essere del 5% o migliore.

Oscillogramma: Risposta del circuito all'onda quadra a 110 kHz usando la rete *B* della Fig. 6. Scansione: 1 µs/cm.

è complessivamente alta a circuito aperto, ma agli effetti degli scopi generali di un amplificatore operazionale, questo non è importante. Il circuito sarà sempre usato in un sistema a circuito chiuso e siccome la reazione è presa da questo punto, l'impedenza apparente verrà ridotta secondo un fattore proporzionale all'entità di reazione. In questo caso particolare il guadagno a circuito aperto sarà di circa 110 dB e l'impedenza d'uscita attorno a 100 kΩ. Poichè il guadagno desiderato è intorno ai 30 ÷ 40 dB, l'impedenza di uscita sarà ridotta a poche centinaia di ohm. Il guadagno a circuito aperto del *Tr*1 è di circa 68 dB e quello del *Tr*5, 45 dB.

La massima tensione di uscita dipende dalla tensione di alimentazione usata e dal carico che viene applicato all'uscita del circuito. Con un potenziale di + 15 e − 15 V e un carico di 10 kΩ in uscita, può essere ottenuto un massimo di 7 V (v. eff.) senza sovraccaricare o tagliare i picchi. In un circuito di questo tipo l'impedenza di carico attraverso la quale è possibile produrre la massima uscita è in funzione diretta del valore delle resistenze di emittore del *Tr*5 e della corrente di alimentazione del *Tr*6, che controlla la corrente statica di questo stadio. Questo fatto è interessante, perchè può essere usato come base per un amplificatore in classe *A* di tipo insolito.

La Fig. 4 mostra la massima uscita che può essere ottenuta con vari valori di carico adottando le tensioni di alimentazione specificate. Le tensioni fornite possono essere portate a valori da + 25 a − 25 V con i transistori indicati. Il massimo livello d'ingresso è direttamente proporzionale alla tensione d'alimentazione dato un guadagno costante a circuito chiuso, così che può essere usata una tensione di alimentazione elevata se questa è una caratteristica importante nell'impianto.

Rete di reazione

Quando il segnale è applicato all'ingresso non invertito di un amplificatore operazionale come è rappresentato nella Fig. 5, il guadagno risulta essere $(R_1 + R_2)/R_1$. Il condensatore in serie con R_1 riduce il guadagno unitario in c.c. In conseguenza del forte tasso di reazione impiegato, è opportuno che l'impedenza di ingresso del circuito sia sopra 1 MΩ e che sia aggiunta una resistenza in parallelo con l'ingresso del circuito per adattare il carico a una cartuccia magnetica, il cui valore più comune è 47 kΩ. Il piccolo condensatore in parallelo con questo resistenza spiana il responso alle frequenze sopra i 200 kHz, assicurando che l'impedenza del generatore come è vista dal circuito non

Fig. 7 - Circuito proposto per il preamplificatore con controlli di tono tipo Baxandall. La distorsione alla massima sopraelevazione è minore dello 0,01% rispetto al livello normale.

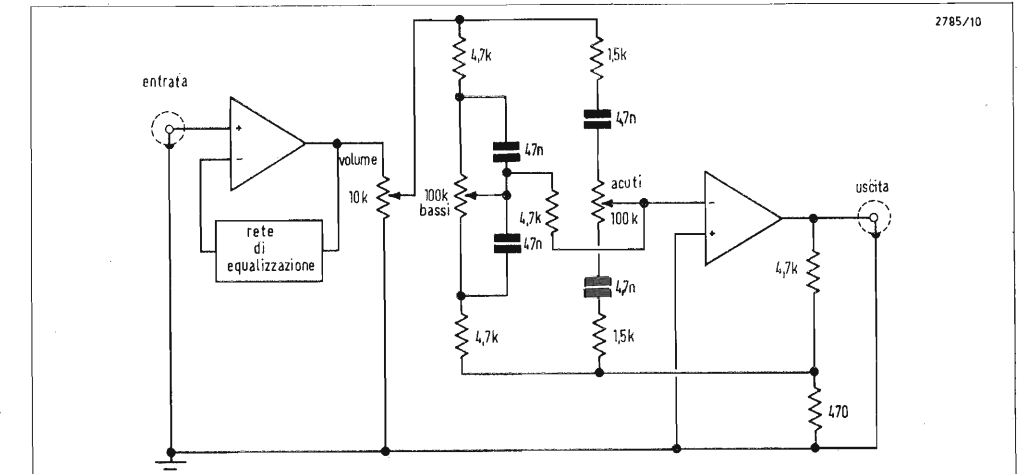
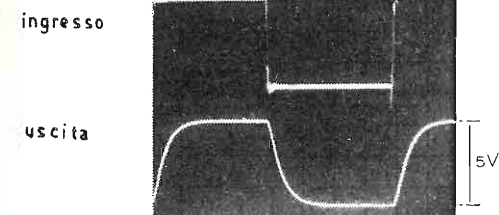
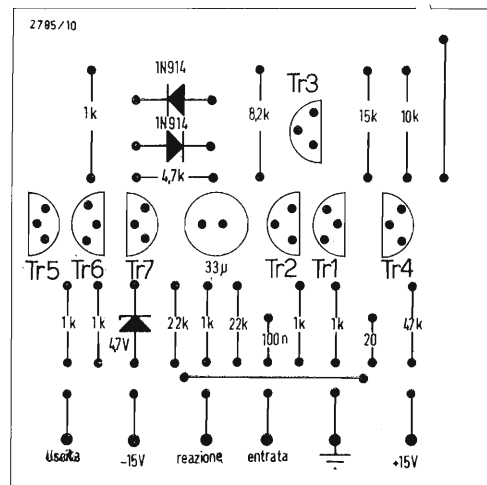



Fig. 8 - Disposizione conveniente della basetta stampata. I componenti della reazione possono essere montati sui contatti del commutatore. I componenti sono raffigurati montati sulla faccia opposta ai conduttori.

diventi infinita alle alte frequenze.

La rete occorrente per l'equalizzazione R.I.A.A. (piatto) con microfono e con testine del nastro sono schematizzate nella Fig. 6. Le resistenze da 2,2 kΩ ed il condensatore da 20 pF nella rete magnetica (incisione) da forma al responso oltre i 50 kHz. Questo non è necessario normalmente in un circuito a basso guadagno o a stretta larghezza di banda, ma è essenziale se si vuole ottenere un responso ottimo ai transitori alle frequenze più elevate. L'oscillogramma mostra la risposta del circuito a un'onda quadra di 100 kHz in ingresso usando la rete dal microfono. Il tempo di salita verrà ridotto se si usa una sorgente di segnale ad alta impedenza, ma in nessun caso sarà maggiore di 2,5 μs.

Circuito completo

La Fig. 7 mostra un canale preamplificatone con controllo di tono che usa il circuito. Questo è un pilota eccellente per un sistema di controllo di tono tipo Baxandall, poichè la disposizione raffigurata dà approssimativamente 20 dB di guadagno, un'esaltazione e un'attenuazione di 20 dB approssimativamente a 30 Hz e 20 kHz rispetto a 1 kHz. La distorsione alla massima sopraelevazione di questo circuito, che è la condizione peggiore, è migliore dello 0,01% ai normali livelli di uscita – cioè considerevolmente migliore nelle moderne condizioni dei circuiti pilota a un solo transistore, peraltro di grande impiego nelle stesse condizioni di massima sopraelevazione.

Il numero ed il tipo degli ingressi è lasciato al costruttore. Ingressi ad alto livello possono essere direttamente commutati nel controllo di volume, o ridotti a livello con un opportuno divisore resistivo applicato all'ingresso dell'amplificatore. Questo sembra fare poco male con un circuito di questa specie e rende le commutazioni più semplici. In questo modo occorrono solo due gruppi di commutatori, uno per la commutazione degli ingressi ed uno le reti di equalizzazione.

Il circuito è stato progettato come unità da inserire nella scheda di un piccolo circuito stampato. La piastra modello del circuito e la sistemazione dei componenti sono evidenti nella Fig. 8. Questo tipo di costruzione effettua la schermatura del circuito con una semplice recinzione metallica e consente anche, se si desidera, una facile incapsulazione con resina. I collegamenti che portano i segnali a bassa frequenza devono essere schermati se superano un pollice o due di lunghezza e devono essere evitati giri di massa. Resistenze e condensatori della rete di equalizzazione possono normalmente essere montati direttamente sui terminali del commutatore selettivo. In questa parte del circuito i componenti dovrebbero avere una tolleranza del 5% o anche migliore. Il condensatore in entrata va aggiunto per assicurare che nessuna tensione continua possa essere applicata da una sorgente esterna ai transistori d'ingresso. Se ciò non è probabile in una eventuale applicazione il condensatore può essere eliminato. Il punto di spianamento della bassa frequenza è determinato dal valore del condensatore C_f nel circuito di base del *Tr*2. Come si può vedere dalla Fig. 9, il guadagno cade al disotto dei 5 Hz e si approssima all'unità a 0,1 Hz. Lo spostamento di fase raggiunge al massimo 55° fra 0,5 ed 1,0 Hz e poi diminuisce ancora come la frequenza di ingresso si avvicina a zero.

Un alimentatore di tensione conveniente per il preamplificatore è disegnato nella Fig. 10. Con questo alimentatore il preamplificatore avrà un ronzio ed il tipico rumore migliore di 80 dB sotto i 10 mV di ingresso. Un preamplificatore completo e un sistema di controllo che usa i moduli di guadagno come quelli descritti avrà una distorsione armonica totale inferiore allo 0,01% a ogni frequenza e in qualunque condizione al disotto del suo punto di sovraccarico. L'estrema ampiezza della larghezza di banda e l'assenza di oscillazioni ad anello o sovraccarico sui transistori rende il preamplificatore molto piacevole da ascoltare per lunghi periodi.

In combinazione con uno degli eccellenti amplificatori di potenza a transistori ora disponibili e un sistema di altoparlanti di prima scelta, costituisce un complesso per l'ascolto di musica di tutto rispetto.

Il fatto che vengano usati sette transistori comporta una differenza lieve dato che sono del tipo ad involucro di materiale plastico il cui costo è relativamente basso.

da «Wireless World» luglio 1972

Fig. 9 - Effetto del condensatore di caduta C_f alle basse frequenze.

Fig. 10 - Con questo alimentatore di tensione, il ronzio è 80 dB sotto l'ingresso di 10 mV.

Caratteristiche

Distorsione armonica: < 0,01% ad 1 V uscita, da 20 Hz a 20 kHz.

Ronzio e rumorosità: > 80 dB sotto 10 mV d'ingresso.

Massima uscita indistorta: 7 Veff con 15 V di alimentazione e carico di 10 kΩ.

Ingresso massimo: 100 mV con rete « magnetica ».

Impedenza d'ingresso: < 1 MΩ a 40 dB di guadagno.

Impedenza di uscita: > 1 kΩ a 40 dB di guadagno.

Guadagno a circuito aperto: 110 dB.

Tensione d'alimentazione: da + 10 a + 25 e da − 10 a − 25 V.

Consumo: 10 mA a 15 V.

I calcolatori microprogrammati

M. Santoni

Introduzione

Da qualche tempo, sentiamo parlare sempre di più dei calcolatori microprogrammati.

Due sono i motivi che hanno favorito l'affermazione di questi elaboratori: il successo del sistema IBM/360 e l'enorme sviluppo ed affinamento delle tecniche d'integrazione dei componenti. Queste tecniche permettono di ottenere componenti (memorie o circuiti logici) altamente miniaturizzati. Tutto ciò ha favorito lo sviluppo di una nuova tecnica di progettazione dei sistemi digitali: « la microprogrammazione ».

Così gran parte dei sistemi oggi in commercio sono microprogrammati ed accanto al sistema IBM/360 sono sorti altri elaboratori di varie dimensioni, come lo SCC 4700 o lo RCA Spectra 70/45. Parallelamente a queste macchine d'uso generale si realizzano anche calcolatori di tipo speciale quali il TOPI, progettato a cura dello « IEI » di Pisa e dell'Istituto « Galileo Ferraris » di Torino.

Scopo di questo articolo è di fornire al lettore le nozioni necessarie per la comprensione di questa nuova tecnica di progetto dei sistemi digitali. Per facilitare la comprensione degli schemi di principio si daranno delle brevi nozioni sulla teoria delle reti sequenziali. Si esamineranno poi due tipi di linguaggio di microprogrammazione e si analizzerà il procedimento di sintesi di un sistema microprogrammato. Infine, dopo aver presentato i modelli teorici base, saranno descritti alcuni sistemi reali, analizzandone il funzionamento in base alle nozioni precedentemente fornite.

Descrizione di un sistema digitale

Vediamo innanzitutto in cosa differiscono i calcolatori microprogrammati da quelli convenzionali.

Un sistema digitale può essere rappresentato con lo schema di fig. 1, cioè mediante due blocchi: l'unità P.O. e quella P.C.. La descrizione può essere fatta in maniera più accurata se facciamo riferimento alla fig. 1 bis (4). Come si vede ogni blocco è composto da:
– un insieme di reti combinatorie RC;
– un insieme di elementi di memoria M, con ingressi ed uscite a livello e comando impulsivo;
– un insieme di elementi di ritardo, di valore non inferiore alla durata dell'impulso di comando. Gli elementi di ritardo sono associati alle uscite degli elementi di memoria.

Ritornando alla fig. 1 si noti che le linee d'ingresso e d'uscita dei due blocchi ricevono e portano informazioni sia alla memoria centrale che agli apparati d'Ingresso ed Uscita.

Nella « parte operativa » (P.O.) è contenuta la totalità delle reti combinatorie e dei registri che eseguono le operazioni elementari del sistema, cioè i trasferimenti d'informazioni da un registro ad un altro. La « parte controllo » (P.C.) è una rete sequenziale che provvede al controllo delle operazioni elementari, che devono essere eseguite ad ogni ciclo di tempo elementare del sistema (cioè nell'intervallo tra un impulso di temporizzazione (clock) e l'altro).

Il clock è inviato a tutti gli elementi di memoria (fig. 1 bis), cosicchè provvede alla sincronizzazione dei componenti della macchina.

La P.O. e la P.C. sono interconnesse attraverso le linee x_i ed α_i.

La P.C. in base alle informazioni ricevute dalla P.O. (insieme delle variabili di condizionamento x_i : $\{x_i\}$), comanda la esecuzione di un certo numero di operazioni elementari tramite un insieme di comandi (α_i). Con α_i si indica una variabile binaria, che può cioè assumere solo due valori: « 1 » e « 0 ». Ciascuna combinazione binaria dell'insieme $\{\alpha_i\}$ di comandi definisce il corrispondente insieme delle operazioni elementari da eseguire contemporaneamente durante un ciclo di tempo elementare del sistema (operazione complessa). Una certa sequenza d'operazioni complesse realizza una istruzione del sistema. Più oltre ci soffermeremo ad analizzare meglio questa schematizzazione di un calcolatore digitale. Per ora è sufficiente aver chiarito la funzione della P.C. del sistema.

Come abbiamo già detto la « parte controllo » è una rete sequenziale e come tale può essere realizzata attraverso il procedimento di sintesi valido in generale per le reti sequenziali (1). Così facendo si ottiene una rete più o meno complessa e composta da altre reti sequenziali e combinatorie interconnesse in vario modo.

Un metodo alternativo è usare come parte costituente la P.C. una memoria di sola lettura (Read-Only-Memory: ROM) che contenga i « microprogrammi » del sistema.

La « microprogrammazione » fu introdotta da WILKES nel 1951 in un suo lavoro, in cui proponeva un metodo alternativo a quello tradizionale, per il progetto della parte controllo dei sistemi digitali. Come affermò egli stesso in un successivo articolo, notò per primo che l'esecuzione di un'istruzione da parte del sistema digitale comportava una sequenza di *operazioni elementari* (trasferimenti diretti d'informazioni tra registri, ed indiretti attraverso addizionatori ed altre reti logiche combinatorie). L'esecuzione in sequenza delle istruzioni di macchina (*operazioni complesse*) gli fece pensare alla esecuzione in sequenza delle istruzioni di un programma.

Da qui nacque l'idea della microprogrammazione. Ciascuna operazione complessa viene descritta con una microistruzione e l'insieme completo delle microistruzioni costituisce il microprogramma che descrive una delle istruzioni del sistema. L'analogia è poi completata dal fatto che l'esecuzione delle microistruzioni può anche essere condizionata da condizioni logiche. È evidente a questo punto che l'insieme dei microprogrammi descrive

Fig. 1

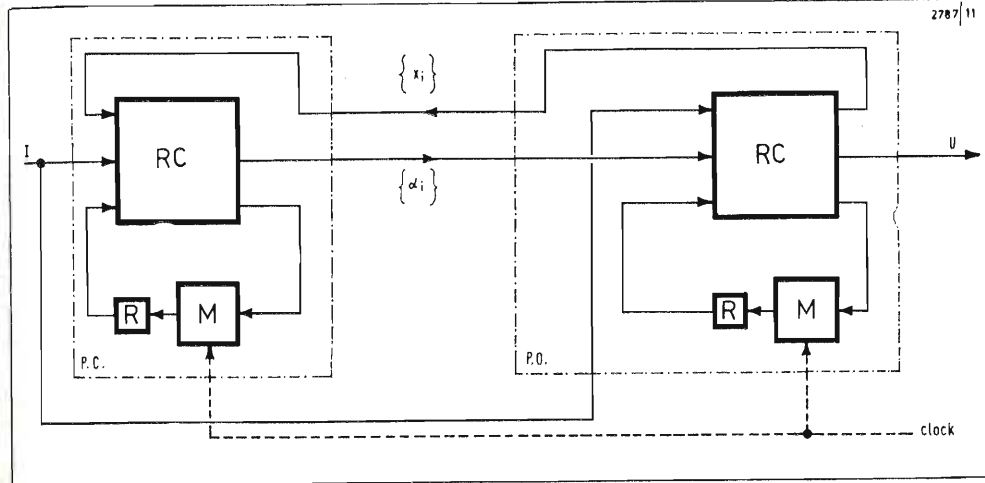
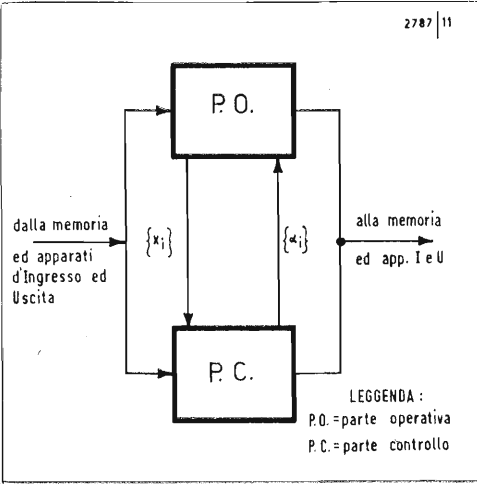



Fig. 1 bis

completamente il sistema. Per il progetto della P.C. di un calcolatore digitale si scrive un insieme di microprogrammi che descrivono la sequenza delle operazioni elementari necessarie per eseguire le istruzioni del sistema.

Ciascuna microistruzione contiene una parte che descrive le operazioni elementari che si compiono in quel passo della sequenza ed un'altra parte che indica la microistruzione successiva della sequenza (il tutto condizionatamente o no).

La codifica binaria degli indirizzi delle microistruzioni successive è implementata in vario modo, a seconda del metodo d'indirizzamento usato, in una parte dei bits di una cella di memoria di sola lettura (ROM), che costituisce la parte fondamentale dei sistemi microprogrammati ed è generalmente realizzata con componenti allo stato solido. I bits restanti sono generalmente occupati dalla combinazione binaria dell'insieme $\{\alpha_i\}$ relativa alle operazioni elementari da eseguire in quella microistruzione.

Dal 1951 la microprogrammazione si è notevolmente sviluppata e diffusa; nel lavoro citato di WILKES si può trovare un'ampia bibliografia che è una vera e propria storia dello sviluppo di questa tecnica.

Varie sono le ragioni che principalmente hanno influito sulla sua diffusione:

1) è un metodo veramente efficace per razionalizzare e formalizzare il procedimento di sintesi;

2) fornisce un mezzo economico con cui i più piccoli sistemi di una serie possono avere un insieme di istruzioni piuttosto vasto rispetto ai più grandi;

3) permette di realizzare sistemi molto flessibili, facilitando così futuri cambiamenti;

4) i sistemi hanno una manutenzione più facile, e una migliore diagnostica degli errori.

Come già si è accennato, un altro fattore da tenere in considerazione è il grande sviluppo che ha avuto in questi anni la tecnica dei circuiti integrati. Il rapporto « componenti/volume » è notevolmente cresciuto ed oggi si possono ottenere ROM di dimensioni veramente piccole con un grandissimo numero di diodi e transistori. In queste si possono implementare dei microprogrammi con numero crescente di microistruzioni a tutto vantaggio della capacità di calcolo del sistema, della velocità di risposta nonchè, della riduzione delle sue dimensioni esterne.

Le reti sequenziali

Nel paragrafo precedente si è affermato che la « parte controllo » di un sistema è una rete sequenziale. Dato che nei paragrafi seguenti dovremo analizzare il funzionamento della P.C., sarà utile fare qualche cenno sulla teoria delle reti sequenziali.

Una rete combinatoria non possiede memoria e fornisce un'uscita che è solo funzione della combinazione dei valori delle variabili binarie d'ingresso (*Stato d'ingresso*). Il modello a cui si può far riferimento è quello di fig. 2.

Caratteristica essenziale di una rete sequenziale è che essa possiede memoria (1) e tiene conto dell'evoluzione dello stato d'ingresso, per cui fornisce un'uscita che è funzione della sequenza degli stati d'ingresso. La rete possiede quindi uno stato (*Stato interno*) che si evolve nel tempo e si mantiene presente all'ingresso attraverso delle linee di richiusura. Il modello a cui facciamo riferimento è quello di fig. 3, dove gli ingressi e l'uscita sono a livello. L'attivazione della rete avviene tramite un impulso di temporizzazione. (*) Lo stato interno di fig. 3 è dato dalla combinazione dei valori delle variabili binarie Y_1 ed Y_2. Nel modello strutturale in esame i ritardi sulle linee di richiusura sono inseriti per assicurare la stabilità dello stato interno durante il clock. Negli schemi reali i ritardi sono distribuiti sulla rete anzichè essere concentrati, come in figura. Infatti si opera con reti fisiche in cui sono presenti linee ed elementi di commutazione. Soprattutto quest'ultimi contribuiscono al ritardo col tempo che impiegano

(*) L'impulso fa cambiare lo stato d'ingresso, cioè il valore delle linee a livello x_1 ed x_2.

Fig. 2

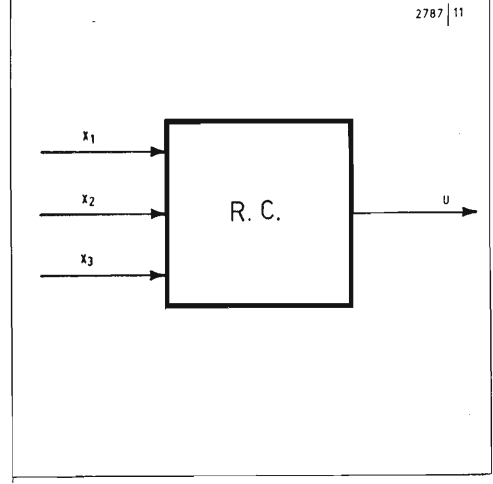
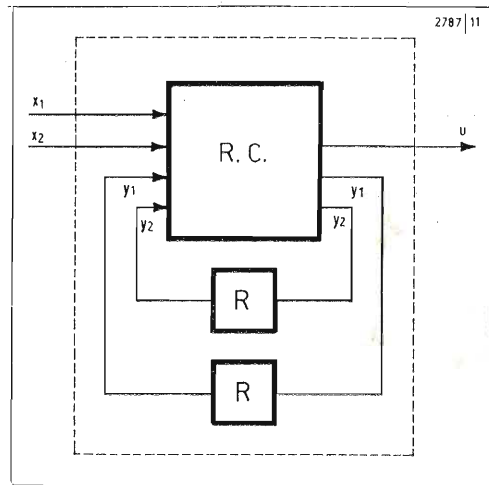
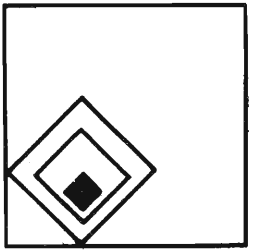



Fig. 3

nel passaggio dall'interdizione alla conduzione e viceversa.
La teoria delle reti sequenziali ci fornisce due modelli teorici base: quello di *Mealy* e quello di *Moore*.
Data una generica rete sequenziale, indichiamo con X lo stato d'ingresso. Indichiamo poi con Z lo stato d'uscita e con S lo stato interno. Si noti che queste tre variabili sono a più valori ed indicano sempre una combinazione di variabili binarie. Inoltre indichiamo con t il tempo presente, mentre $t+1$ sarà il tempo successivo.
Si possono dare le due definizioni seguenti:
a) Una rete si dice del tipo di Mealy se le uscite dipendono sia dallo stato interno al tempo presente, sia dallo stato d'ingresso al tempo presente; anche lo stato successivo è funzione degli stessi stati al tempo presente, secondo le espressioni:

1) (*) $Z(t) = Z[X(t), S(t)]$
(**) $S(t+1) = S[X(t), S(t)]$

b) Una rete si dice del tipo di Moore

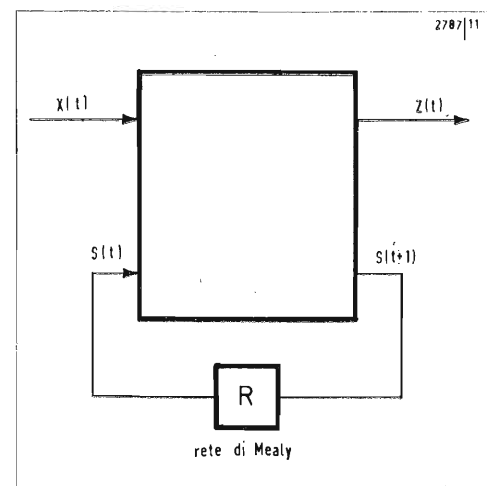
quando le uscite sono funzione solo dello stato interno al tempo presente, mentre per lo stato successivo continua ad essere valida la (**):

2) (***) $Z(t) = Z[S(t)]$
(**) $S(t+1) = S[X(t), S(t)]$

In base a questi due modelli teorici si ottengono i due modelli strutturali delle fig. 4 e 5. Ad essi si farà riferimento allorchè ricaveremo i due modelli pratici della P.C..
Come si è detto le variabili che compaiono nelle 1) e 2) sono variabili a più valori. Se n ed m sono, rispettivamente, il numero dei valori $X(t)$ ed $S(t)$, le 1) e le 2) identificano tutte le reti con n stati d'ingresso $X_1, X_2, \ldots, X_n$ ed m stati interni $S_1, S_2, \ldots, S_m$.
Una rete, che appartiene alla classe di queste reti, è completamente definita quando ad ogni coppia di valori X_i (con $i = 1, 2, \ldots, n$) ed S_j (con $j = 1, 2, \ldots, m$) viene fatto corrispondere un valore per lo stato successivo ed un valore per lo stato d'uscita. La descrizione di una tale rete può essere fatta mediante la sua « tabella di flusso ». In essa sono racchiuse tutte le informazioni necessarie per conoscere il comportamento della rete.

Tabella flusso

Una volta che si è definita la rete nel modo detto si possono costruire due tabelle: la *tabella degli stati* e quella *delle uscite*.
Sono tabelle con tante righe quanti sono gli stati interni previsti e tante colonne per quanti sono gli stati d'ingresso. Se conglobiamo queste due tabelle otteniamo la *tabella di flusso* della rete. Essa ne descrive compiutamente il funzionamento. Una riga ed una colonna individuano una casella della tabella nella quale sono indicati lo stato successivo e lo stato d'uscita corrispondente alla coppia X_i ed S_j.
A seconda del modello matematico cui si fa riferimento si hanno due diversi tipi di tabella. Poichè nel modello di Moore lo stato d'uscita dipende solo dallo stato interno (cioè, tutte le caselle di una riga contengono lo stesso stato d'uscita), lo stato d'uscita può essere specificato usando un'apposita colonna.
Per esempio, la tab. 1 descrive una rete del tipo di Mealy e la tab. 2 una rete del tipo di Moore con lo stato d'uscita specificato nella colonna $Z(t)$. Le due reti sono equivalenti, cioè per ogni stato interno di una rete esiste almeno uno stato interno dell'altra rete tale che, con le due reti inizialmente in questi stati, la stessa sequenza d'ingresso applicata ad entrambe, dà luogo alla stessa sequenza d'uscita.
Assegnata una sequenza di stati d'ingresso ed uno stato interno iniziale, che soddisfi alle condizioni precedenti, si ricava, direttamente dalla tabella di flusso, la sequenza degli stati interni e degli stati d'uscita, cioè si ricava il comportamento interno ed esterno della rete.
La sequenza degli stati interni e delle uscite si può visualizzare sulla tabella mediante una linea spezzata orientata, come si è fatto sulle tabelle precedenti per la sequenza degli stati d'ingresso: X_2, X_1, X_2, X_1 e lo stato iniziale 1. Il comportamento delle reti, per questo caso particolare, si può riassumere con la tab. 3, dove si è riportato l'andamento delle uscite. Con il simbolo: – (« non specificato ») intendiamo che qualsiasi valore può andare bene, nel senso che la rete continua a comportarsi nello stesso modo.
Come si vede, per la macchina del tipo di Moore si ha un ritardo temporale nella sequenza delle uscite. Possiamo allora affermare che date due reti equivalenti, una di Mealy ed una di Moore, si ha, nel comportamento esterno, come unica differenza, uno slittamento temporale delle uscite dovute alla stessa sequenza degli ingressi.
Questo semplice esempio ci ha illustrato

Fig. 4

quali sono le caratteristiche essenziali dei due modelli descritti. Poichè ci sono degli algoritmi (2) che permettono la trasformazione per equivalenza da un tipo di tabella all'altro, è evidente che, una volta costruita la tabella di flusso che descrive una rete, secondo un dato modello, sarà sempre possibile ottenere la tabella della rete equivalente, che segue l'altro modello.
Assegnata una tabella di flusso che descrive una rete è possibile, da questa, sintetizzare la rete descritta. Dato che anche la P.O. del sistema è una rete sequenziale si potrà, nota la tabella di flusso, sintetizzare l'intero sistema. Si possono avere varie combinazioni di coppie di reti sequenziali interconnesse (4 per l'esattezza). In un interessante studio realizzato con la collaborazione ENI-CNR (5) sono esaminate tutte le possibili combinazioni. Ciò ha portato anche alla definizione di un ulteriore modello teorico, quello di Moore-anticipato, che presenta un andamento temporale delle uscite contemporaneo al modello di Mealy.
Questo però viene usato solo per la P.O., per cui, dato che in questo lavoro esamineremo solo la P.C. del sistema, sarà sufficiente avere accennato alla sua esistenza.
La sintesi della parte controllo si fa partendo direttamente dalla tabella di flusso. In particolare, in un sistema microprogrammato, si implementa la memoria di sola lettura che dovrà essere inserita in uno schema prefissato, conforme ad uno dei due modelli teorici base.
Vediamo ora com'è costituita la ROM di un generico sistema. Essa può essere realizzata allo stato solido, sia per mezzo di diodi, sia di transistori. Un metodo molto usato nelle applicazioni è la struttura a matrice di diodi, rappresentato in fig. 6. Al decoder arriva una certa informazione che individua una linea. Il decoder provvede alla completa decodifica dell'indirizzo della linea richiesta e seleziona, attivandola, proprio e solo quella. I diodi inseriti su di essa entrano in conduzione, fornendo in uscita una delle possibili combinazioni binarie delle variabili d'uscita α_i ed i_i, che servono, rispettivamente, quali segnali di comando (α_i) e come informazione per la determinazione del passo successivo della sequenza (i_i).

Nella ROM è implementato l'insieme dei microprogrammi del sistema; vedremo nei paragrafi successivi come il contenuto della ROM dipenda dal tipo di linguaggio usato per la microprogrammazione.
Esiste infatti una corrispondenza tra il linguaggio di microprogrammazione usato per la descrizione del sistema e lo schema generale della P.C. che ne risulta. Si vedrà anche come la ROM sia diversamente strutturata nel contenuto delle sue celle in dipendenza appunto del linguaggio scelto.

Linguaggi di microprogrammazione

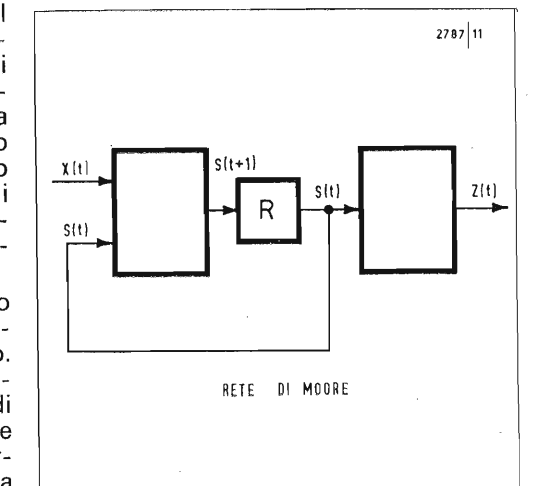
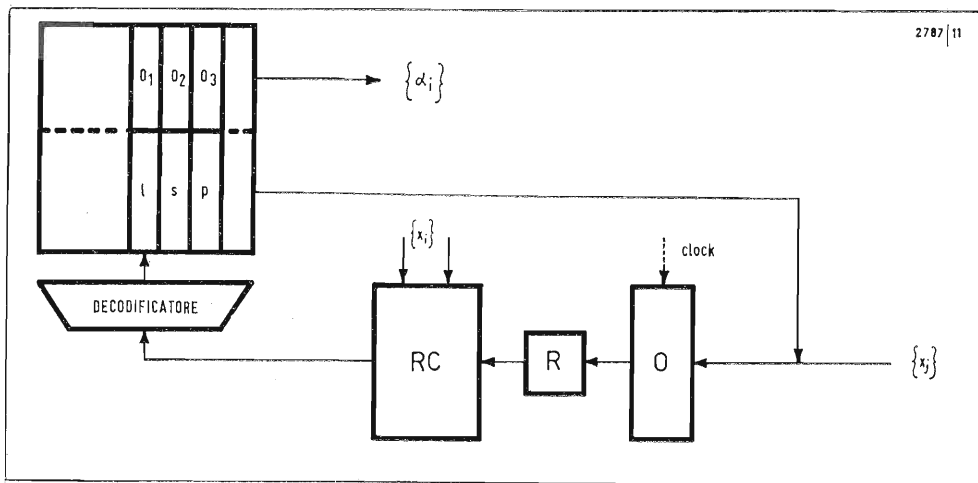
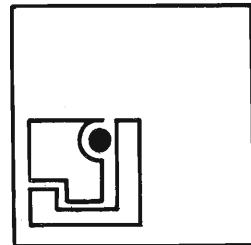
Ci sono molti linguaggi che possono essere usati per la microprogrammazione. Ciascuno presenta caratteristiche particolari che lo rendono più o meno idoneo per la descrizione del funzionamento di un sistema. Alcuni linguaggi sono del tipo strutturale, fanno cioè riferimento alla struttura della macchina, e sono quelli che più si prestano ad essere usati in fase di progetto. Infatti con essi il progettista deve solo organizzare i componenti a sua disposizione, in modo che possano eseguire le operazioni previste.
Ritengo che il linguaggio più adatto per la descrizione di un sistema sia quello introdotto da G.B. Gerace (7). Questi partendo da un linguaggio di trasferimento da registro a registro, ha definito un linguaggio di microprogrammazione mediante il quale è possibile descrivere compiutamente il funzionamento del sistema. Il linguaggio è di tipo strutturale, cioè si descrivono le operazioni complesse del sistema tramite i trasferimenti d'informazione che avvengono tra le varie parti della macchina. Con questo linguaggio il sistema è già considerato come costituito da un certo numero di registri interagenti e variamente collegati attraverso circuiti combinatori o logici.
In una microistruzione scritta con questo linguaggio sono descritte tutte le operazioni elementari da eseguire a quel passo. Per i nostri scopi non è necessario analizzare dettagliatamente la struttura di questo linguaggio, sarà invece sufficiente esaminare microistruzioni scritte in forma già codificata, dove ad ogni stringa di operazioni elementari si è sostituito il nome della corrispondente operazione complessa.
Indichiamo con $o_1, o_2, \ldots, o_n$ la lista di tutte le possibili operazioni elementari (che chiameremo microoperazioni semplici) della P.O. di un sistema. Indichiamo poi con 0_j (microoperazione complessa) ogni possibile insieme delle o_i (con $i = 1, 2, \ldots, n$), tale che tutte le o_i facenti parte dell'insieme siano eseguibili simultaneamente. L'insieme vuoto lo indicheremo con 0_0.
Indichiamo poi con $|h|$ il nome della microistruzione h e con k il trasferimento dalla h alla k, dove k è il nome della microistruzione successiva. Con queste posizioni l'espressione di una generica microistruzione incondizionata è la seguente:

(3) $|h|\, 0_j, k$

dove 0_j è uno degli elementi dell'insieme 0_j(con $j = 0, 1, \ldots, m$) di tutte le possibili microoperazioni complesse eseguibili dalla parte operativa del sistema. I due componenti della microistruzione 0_j e k definiscono la microistruzione complessa eseguita in quel ciclo di tempo elementare (l'inizio della operazione è comandato dal clock) dalla P.O., ed il trasferimento compiuto dalla P.C..
Se la microistruzione è condizionata occorre introdurre in essa un terzo componente: *l'espressione condizionale* (X_r).

Fig. 5

Fig. 5A

Fig. 5B

Questa ci definisce le condizioni logiche che devono essere soddisfatte affinchè venga eseguita una certa operazione complessa. La microistruzione assume allora la forma generica:

(4) $| h | (X_1)\ 0_j, k;\ (X_2)\ 0_h, r;\ \ldots\ldots\ldots;$ $(X_p)\ 0_q, t$

La condizione logica X_r da cui deriva l'espressione condizionale (X_r) è un elemento dell'insieme X_j(con $j = 1, 2, \ldots, p$) delle possibili combinazioni delle variabili di condizionamento x_i(con $i = 1, 2, \ldots, n$) provenienti dalla P.O. del sistema o dall'esterno. Tali segnali potranno essere, a seconda dei casi, dei risultati parziali da comunicare alla P.C. dopo l'esecuzione di un'operazione complessa (resti, riporti ecc..) o comandi esterni per l'inizio o l'arresto di particolari istruzioni. (*)

Chiamiamo *frase* la coppia: 0_j, k e *frase condizionale* l'espressione generica: (X_r) 0_j, k.

Allora ogni microistruzione scritta nel linguaggio che stiamo definendo (che diremo *strutturato a frasi* o (s.f.) può essere formata o da una sola frase (microistruzione 3) o da un insieme di frasi condizionali dove:

a) tutte le espressioni condizionali e le frasi condizionali sono diverse;

b) una e solo una delle condizioni logiche è soddisfatta.

Se introduciamo l'ulteriore condizione che tutte le frasi di una stessa microistruzione devono differire solo nella parte « trasferimento » possiamo definire un secondo tipo di linguaggio che deriva dal precedente. Con questa condizione la generica microistruzione condizionata si presenta nella forma seguente:

(5) $| h |\ 0_1\ (X_1)\ k;\ (X_2)\ r;\ \ldots;\ (X_p)\ h$

Con questa si esegue una certa operazione complessa ed a seconda della condizione logica formatasi con la microistruzione precedente, ci si trasferisce a un'altra microistruzione. Il comportamento è tipico del modello di Moore, in quanto l'uscita dipende solo dallo stato interno (microistruzione presente). Il corrispondente linguaggio si può chiamare *strutturato a microistruzioni* o (s.m.). Si noti che, se la microistruzione è incondizionata, si ha di nuovo l'espressione 3. Sarà utile a questo punto esaminare due microistruzioni scritte rispettivamente in forma (s.f.) ed (s.m.), per mostrare come, a seconda del tipo di linguaggio usato nella descrizione di un sistema, si ottengano due diverse tabelle di flusso che sono tipiche dei due modelli teorici già visti.

Siano date:

$$| h |\ (X_1)\ 0_1, 1;\ (X_2)\ 0_2, s;\ (X_3)\ 0_3, p \quad (6)$$

$$| h |\ 0_1\ (X_1)\ 1;\ (X_2)\ s;\ (X_3)\ p \quad (7)$$

Supponiamo di aver descritto le n istruzioni di un sistema per mezzo di due insiemi chiusi di $n + 1$ microprogrammi(**) scritti uno con il linguaggio (s.f.) e l'altro con il linguaggio (s.m.), cioè composti, rispettivamente, di microistruzioni del tipo (6) e (7).

Dalle due descrizioni si può facilmente ottenere il comportamento della P.C. del sistema, nei due casi, ricavando le due tabelle di flusso con un semplice algoritmo di conversione, che permette di passare da un microprogramma alla relativa tabella di flusso. Infatti ogni microistruzione dell'insieme dei microprogrammi contiene gli elementi necessari alla compilazione di una riga della tabella di flusso che descrive il sistema. Infatti il nome della microistruzione è lo stato interno al tempo presente, l'operazione complessa 0_j rappresenta l'uscita e il nome della microistruzione successiva non è altro che lo stato interno al tempo successivo. Le condizioni logiche sono gli stati d'ingresso della rete. Per cui se una microistruzione è incondizionata si avrà una riga con le caselle tutte ugualmente riempite, mentre con una microistruzione condizionata si riempiranno solo le caselle corrispondenti alle condizioni logiche presenti nella microistruzione, lasciando vuote le altre.

Riassumendo l'algoritmo di conversione dal microprogramma alla tabella di flusso è il seguente: si esamina la lista delle microistruzioni e per ognuna di esse si riempiono le caselle corrispondenti alle condizioni logiche che la condizionano. Per esempio nelle pseudotabelle (*) di flusso A e B, la riga h è riempita usando per la tabella A la microistruzione 6) e per la tabella B la 7).

Nella tab. B tutte le caselle della riga h hanno la stessa uscita 0_1, per cui la si è indicata a lato. Le caselle corrispondenti alle condizioni logiche che non compaiono nella microistruzione restano vuote (senza però essere « non specificate »).

Si noti che nel costruire le pseudotabelle di flusso A e B si è supposto che entrambe le liste di microistruzioni, una scritta in linguaggio di tipo (s.f.) e l'altra in (s.m.), contengono q microistruzioni e p diverse condizioni logiche.

Se per sintetizzare il sistema usiamo la tabella A si vede che le uscite 0_j della rete ottenuta dipendono sia dallo stato h (stato presente) che dallo stato d'ingresso al tempo presente, per cui si ottiene una rete sequenziale del tipo di Mealy.

Nel caso che si adoperi la tabella B vediamo che le uscite dipendono esclusivamente dallo stato presente h e la rete ha dunque un comportamento del tipo di Moore.

Le due tabelle prima viste si possono usare per implementare le ROM delle due parti controllo che si ottengono dalle precedenti descrizioni. Nel primo caso si ottiene una memoria le cui celle contengono una frase e solo una, della microistruzione; per cui per la microistruzione 6) sono necessarie tre celle della ROM.

Con la tabella B, invece, si ottiene una memoria nelle cui celle sono contenute intere microistruzioni, per cui la (7) è localizzata in una sola cella. Come si è detto le celle della memoria di fig. 5*a* contengono una sola frase per cui i bit di una cella sono divisi in due campi (quello dei comandi α_i e quello dell'indirizzo). In fig. 5*b* invece si avrà un campo per i comandi e tanti altri campi per quante sono le alternative di trasferimento contenute nella microistruzione. In fig. 5 sono riportati i due schemi generali che si ottengono nei due casi prima esaminati; dato che le uscite provengono da una ROM che è mantenuta nel suo stato dal contenuto del registro 0 (contenente la codifica binaria dell'indirizzo della microistruzione presente), che è pure un elemento di memoria, queste sono a livello. Gli ingressi sono pure a livello dato che provengono dalle reti logiche o dagli elementi di memoria della P.O.. Il cambiamento di stato si ottiene con un impulso di temporizzazione sul registro 0, che mutando il suo contenuto muta lo stato d'ingresso della memoria, cosicchè si hanno le nuove uscite, sempre a livello.

	X_1	X_2
1	1 , 1	3 , 2
2	1 , 1	4 , 1
3	4 , 2	2 , 1
4	2 , 1	4 , 1
	S(t+1) ,	Z(t)

TAB. 1

S(t)	X_1	X_2	Z(t)
1	1	2	1
2	4	5	2
3	5	3	1
4	5	3	2
5	1	3	1
	S(t+1)		

TAB. 2

TAB. 3

	X_2	X_1	X_2	X_1	
Z_{Mealy}	2	2	1	1	
Z_{Moore}	—	2	2	1	1
	t_n	t_{n+1}	t_{n+2}	t_{n+3}	t_{n+4}

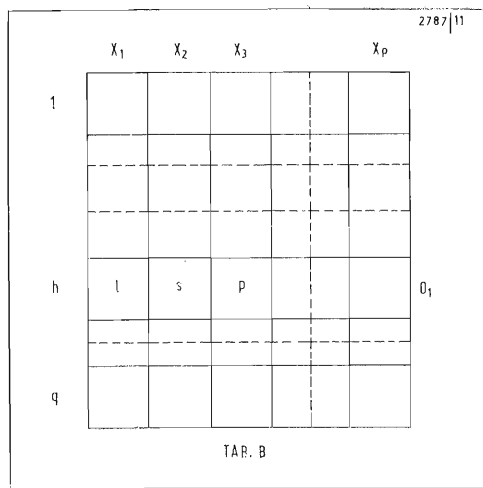
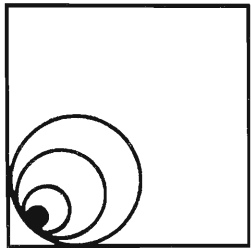
(*) In genere (X_r) deriva da un'espressione del tipo:

$(x_1, x_2, x_5 : 1\ 0\ 1 : 0\ 1\ 0)$

la quale indica che il sottoinsieme delle variabili di condizionamento x_i e cioè x_1, x_2, x_5 dev'essere uguale ad una delle due combinazioni binarie specificate (101 o 010), affinchè la condizione logica sia soddisfatta.

(**) $n+1$ perchè occorrerà un microprogramma speciale di chiamata, che ordini il succedersi dei microprogrammi o l'inizio di uno di essi.

(*) Le tabelle precedenti non sono delle vere e proprie tabelle di flusso. Per ottenere le vere tabelle di flusso occorre considerare tutte le possibili combinazioni dei valori delle variabili di condizionamento (tenendo conto anche di quelle che non si potranno mai verificare). Ricordando che una variabile che appare non specificata può assumere entrambi i valori 0 e 1, si andranno a riempire tutte le caselle che possono essere riferite ad una stessa condizione logica. Per i nostri scopi sarà sufficiente considerare le pseudotabelle di flusso precedenti come delle vere tabelle di flusso. Ciò non porta a nessun errore, sia nella sintesi che nell'analisi della rete. Basterà sempre tener presente il vero significato da attribuire alle condizioni logiche, che possono comprendere più combinazioni.

(*) In altre parole, la combinazione dei valori dei bit costituenti la codifica dell'indirizzo con i valori delle variabili binarie x_i della condizione logica.

Nella P.C. del tipo di Mealy ciascuna cella della ROM contiene il codice binario di una frase (corrispondente al contenuto di tutte le caselle piene di una riga della tabella, più l'uscita relativa a quella riga).

Supponiamo che le due P.C. stiano eseguendo le due microistruzioni 6) e 7) rispettivamente.

In fig. 5*a* il registro contiene il codice dell'indirizzo della microistruzione repsente *h*. Nella rete combinatoria RC avviene la combinazione di *h* con la condizione logica X_r (*) (che sarà una delle tre: X_1, X_2, X_3), così si esegue la selezione di una delle frasi (cioè di una delle celle della ROM che contengono le tre frasi) da cui si ottengono gli α_i e l'indirizzo della microistruzione successiva.

In fig. 5*b* invece, mentre il registro 0 contiene ancora il codice della microistruzione presente *h*, la selezione di una delle alternative (contenute nella cella della ROM che contiene la microistruzione *h*) avviene nella rete RC mediante la combinazione con la condizione logica X_r.

In ambedue le reti viste il passaggio dalla microistruzione presente a quella successiva avviene mediante un impulso di temporizzazione o « clock » sul registro 0. Questo prima del « clock » contiene l'indirizzo della microistruzione presente; dopo l'impulso si carica con l'indirizzo di quella successiva proveniente dalla memoria.

Descrizione dei sistemi

Naturalmente i modelli visti sono solo dei modelli teorici base a cui si può far riferimento per una classificazione di quelli realmente esistenti. Questi non saranno mai perfettamente aderenti ad un modello poichè nel progetto di un sistema si presentano vari problemi di ottimizzazione, quali la velocità di calcolo, le dimensioni delle reti logiche e le capacità operative. La soluzione di questi problemi comporta tutta una serie di modifiche che alterano in vario modo gli schemi di principio. Si hanno, per esempio, sostanziali diversità nel contenuto delle celle della memoria a seconda del metodo d'indirizzamento usato. Riguardo a ciò vi sono interessanti soluzioni, per un controllo del tipo di Moore, usando un certo numero di bits della cella, per l'ulteriore condizionamento di ciascun campo indirizzo. Inoltre si possono ottenere notevoli vantaggi strutturando in modo opportuno la rete logica che seleziona l'indirizzo della microistruzione successiva.

Altro problema molto sentito è la riduzione delle dimensioni della ROM. Tale scopo è raggiunto con vari metodi, sia segmentando la memoria che scrivendo in maniera più razionale i microprogrammi. In questa parte dell'articolo, mentre illustreremo in breve il funzionamento e le caratteristiche tecniche della P.C. di alcuni sistemi, faremo anche un accenno a come sono stati risolti, nei vari casi, i problemi sopra esposti.

Questa breve panoramica dev'essere intesa come una introduzione allo studio dei sistemi esistenti, nel senso che si vuol dare al lettore un'indicazione sulla via da seguire per l'analisi dello schema di una macchina.

Si vuole anche dimostrare che è possibile fare una classificazione dei sistemi esistenti, rifacendosi alla teoria delle reti sequenziali. Ciò è stato già fatto in parte, in un recente lavoro, frutto della collaborazione tra ENI e CNR (4). Sarebbe utile indirizzare gli sforzi dei ricercatori verso questa meta, poichè sarebbe necessario disporre di una chiara e, soprattutto, unificata classificazione dei sistemi microprogrammati, per avere, in sede di progetto, una chiara visione di tutte le possibili vie da seguire per la realizzazione della macchina.

Il sistema che più di tutti ha contribuito, con il suo successo, allo sviluppo dei sistemi microprogrammati è il sistema *IBM System*/360. Lo schema della sua parte controllo è quello di fig. 6 ed è riportato da un articolo di S.G. Tucker (3). Si tratta di un tipico controllo di Moore, quale noi l'abbiamo visto in fig. 5*b*. Vediamo come si possa giustificare questa affermazione.

Il metodo d'indirizzamento di cui fa uso questo sistema è del tipo relativo; relativo, cioè, all'indirizzo di una qualsiasi microistruzione del microprogramma. Tale indirizzo è contenuto nella parola di ROM ed è preso come indirizzo base. Le alternative di trasferimento di ogni microistruzione sono tutte codificate come indirizzi relativi rispetto a quello base. Nel System/360 l'indirizzo base non è com-

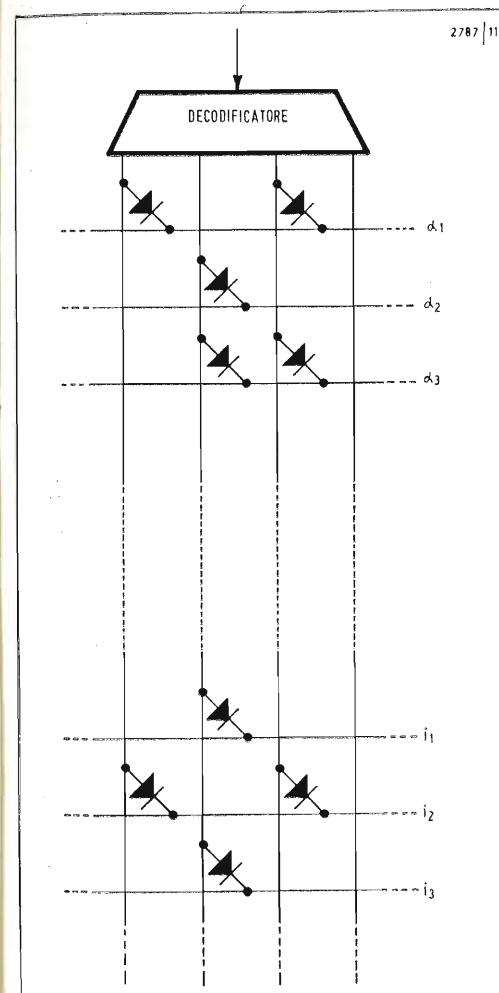
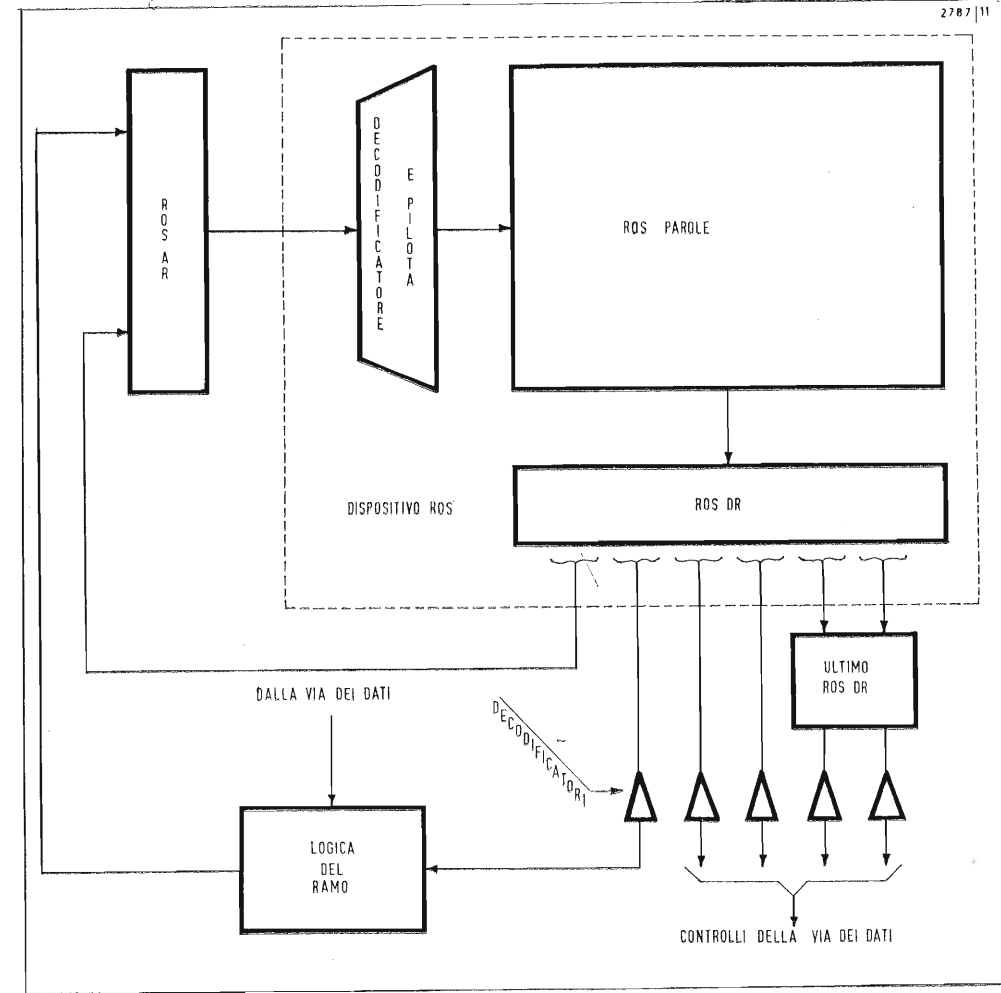



Fig. 6

pleto, gli mancano i due bits meno significativi. Questi una volta determinati in base alle condizioni logiche, vengono allineati a destra degli altri più significativi e tutti insieme sono caricati nel registro che memorizza l'indirizzo della microistruzione successiva.

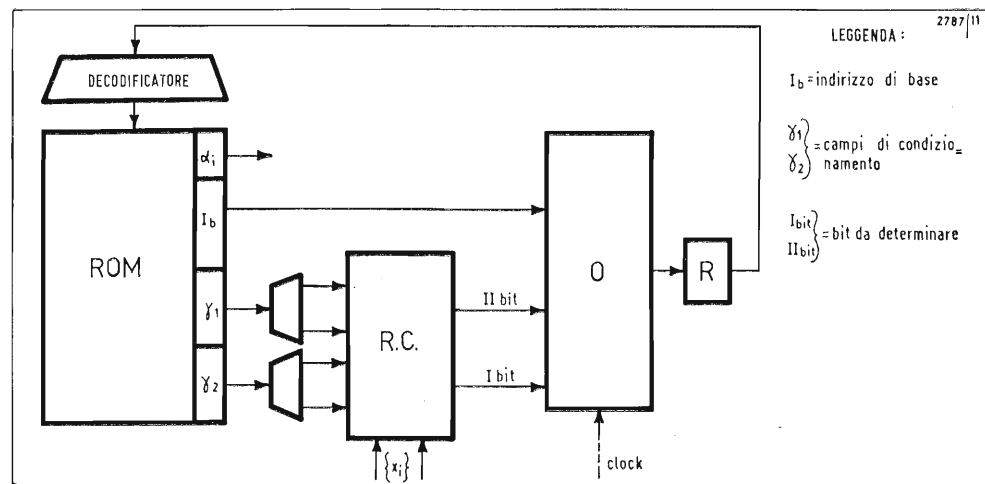
Ovviamente gli indirizzi relativi (composti dai due bits anzidetti) non sono contenuti nella parola di ROM ma sono da definire. Vengono determinati in base al verificarsi o meno di due stati di condizionamento, non mutuamente esclusivi, selezionati mediante due campi di condizionamento contenuti nella parola di ROM stessa.

Nel caso gli stati non si verifichino, nei due bit meno significativi viene posto zero, se uno od ambedue sono veri viene messo uno nei bits corrispondenti.

I campi di condizionamento sono di tre bits decodificati da un decoder. Questi bits rispettano un codice che seleziona degli stati di condizionamento o pone forzatamente dei valori nei due bits meno significativi. Lo schema di funzionamento e quello di fig. 7 che può essere ulteriormente semplificato come in fig. 8. È evidente a questo punto che si tratta di un tipico controllo di Moore. Il registro ROSDR va pensato come facente parte della ROM ed è inserito in quanto questa ultima nel System/360 è di tipo impulsivo.

Il linguaggio di microprogrammazione di questo sistema è strutturale e può essere considerato di tipo (m.s.), anche se si hanno vincoli sul numero d'indirizzi condizionati ed anche vincoli di rela-

Fig. 7

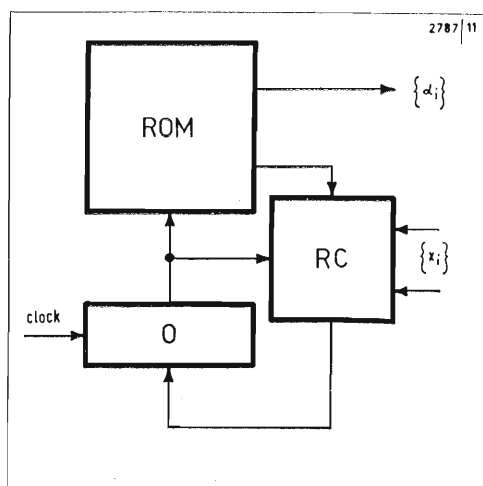
Fig. 8

zioni tra di loro, tutto ciò per poter meglio sfruttare il parallelismo del sistema e quindi ottenere una maggiore velocità di calcolo.

Lo *RCA Spectra* 70/45 è una macchina la cui architettura è molto simile al System/360, ma differisce considerevolmente nell'implementazione del progetto, nella tecnologia dei circuiti e nella struttura della memoria di sola lettura.

Come si può vedere nello schema di principio della parte controllo riportato in fig. 9, la ROM è divisa in due parti; la prima contiene le microistruzioni d'ordine pari, la seconda quelle d'ordine dispari.

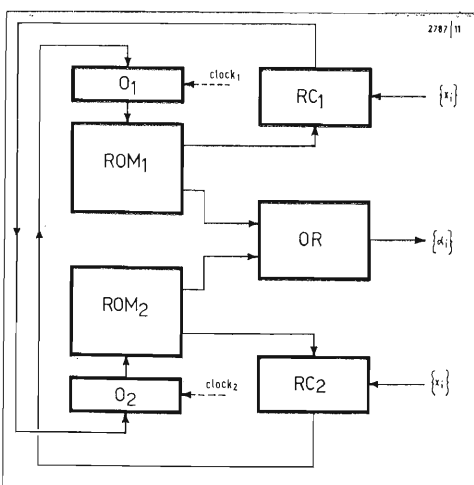
Si è scelto questa soluzione perchè la ROM adottata è del tipo a trasformatore, per cui il tempo di lettura è la somma di un tempo d'accesso e di un tempo di « recovery » (recupero).

Eseguendo letture alternate nelle due ROM si ottiene un tempo d'accesso effettivo uguale alla metà del tempo di lettura. La rete è del tipo di Moore. Il linguaggio usato è riconducibile al linguaggio (m.s.), ma stavolta siamo nell'ambito della microprogrammazione funzionale.

Con questo tipo di microprogrammazione non si ha più una stretta dipendenza delle operazioni elementari dalla struttura del sistema, e si dà alle liste di comandi, contenuti in ogni microistruzione, solo un significato funzionale che deriva dalle esperienze acquisite con la programmazione.

Un altro sistema di uso generale, che presenta soluzioni particolarmente originali è lo *SCC* 4700. Pur seguendo per la sua parte controllo il modello strutturale di Mealy, si comporta, dal punto di vista della temporizzazione, come una macchina di Moore. Con questo metodo si ottiene una notevole riduzione del numero dei bits delle celle di ROM con considerevole riduzione delle dimensioni di quest'ultima e mantenendo inalterata la velocità di calcolo.

Oltre ai sistemi del tipo precedente, esistono come era stato già enunciato all'inizio, anche degli elaboratori di tipo particolare. Uno di questi è il *TOPI*, un calcolatore speciale per la sintesi di funzioni di commutazione e l'analisi delle loro proprietà statistiche, progettato e costruito a cura dell'Istituto di Elaborazione dell'Informazione di Pisa e dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale « Galileo Ferraris » di Torino.

Lo schema della sua parte controllo, è riportato in fig. 10. L'organizzazione della memoria è modulare. L'indirizzo della microistruzione successiva è composto di due parti: M_1 ed M_2 che sono gruppi di bits codificati secondo due diversi codici. M_1 individua il modulo della memoria dove si trova il sottoinsieme di microistruzioni ed M_2 rappresenta l'informazione per determinare la microistruzione di tale sottoinsieme.

Fig. 9

Si tratta di un tipico controllo di Mealy, come si può subito vedere, schematizzandolo ulteriormente, come in fig. 11. La ROM che appare in essa s'identifica con la memoria di sola lettura MP. Essa è realizzata a matrice OR di diodi e le sue celle sono indirizzate dalle uscite dell'altra memoria MD (matrice AND di diodi) su cui agiscono le variabili di condizionamento e le due codifiche binarie M_1 ed M_2 dell'indirizzo della microistruzione successiva. La MD compie una codifica dell'informazione e questa funzione è stata indicata in figura con la presenza del blocco transcodificatore (TRANSCODER).

L'insieme di questo e della parte della memoria, che svolge (in unione col decoder D) la funzione combinatoria può essere considerata come una unica rete combinatoria (RC).

Il linguaggio di descrizione usato è quello a frasi. Caratteristica essenziale di questo calcolatore è una notevole velocità di calcolo, ottenuta con un ciclo di temporizzazione variabile a seconda della microistruzione da eseguire.

La regolazione del ciclo si effettua tenendo conto del tempo di preparazione delle uscite del controllo e del tempo di propagazione attraverso le reti combinatorie delle unità operative. Questi tempi sono variabili da una microistruzione all'altra. Così facendo si sono ottenuti tempi di calcolo, che in altro modo sarebbero risultati oltremodo costosi.

Conclusioni

Con questa nota abbiamo fatto una rapida e limitata panoramica sulla teoria e la pratica dei sistemi microprogrammati. Riteniamo che l'argomento non sia stato nè esaurito nelle sue parti nè approfondito in quelle trattate.

Scopo essenziale è quello di fornire le sole nozioni fondamentali per la comprensione dei sistemi microprogrammati e delle tecniche usate per la loro realizzazione. Chi, dopo questa lettura, si sentisse interessato ad approfondire l'analisi di tali elaboratori, potrà farlo facilmente dopo un'attenta lettura della bibliografia citata.

In queste pagine abbiamo posto la nostra attenzione sulla parte controllo perchè, è proprio questa che caratterizza un sistema microprogrammato.

I brevi cenni alla metodologia di progetto sono stati fatti al solo scopo di giustificare le particolari soluzioni ed hanno solo carattere informativo.

Abbiamo anche esaminato alcuni esempi di calcolatori microprogrammati che si trovano attualmente in funzione. I modelli interessanti sarebbero ancora molti, ma riteniamo che quelli visti siano sufficienti a dare una idea del tipo di soluzioni adottate per i problemi, che si presentano durante la messa a punto di un progetto di massima. Per le informazioni su altri elaboratori consigliamo la lettura dei bollettini tecnici e degli opuscoli pubblicati dalle ditte costruttrici. Non sempre saranno conformi alla classificazione qui adottata, ma crediamo che si potrà, quasi sempre, capire il tipo di funzionamento.

Infine ci scusiamo col lettore se qualche affermazione risulta non troppo chiara, ciò è dovuto al fatto, che per certi argomenti non si è ritenuto opportuno, dato il carattere informativo del testo, dare una rigorosa dimostrazione. Tali dubbi possono peraltro essere facilmente risolti consultando la bibliografia.

Bibliografia

1. E.J. Mc Cluskey, « Introduction to Theory of Switching Circuits », Mc Grow-Hill, 1965.

2. W.J. Cadden, « Equivalent Sequential Circuits », IRE Trans. on Circuits Theory, Marzo, 1959.

3. S.G. Tucker, « Microprogram Control for System/360 », IBM System Journal, 1967.

4. S.S. Husson, « Microprogramming: Principles and Practices », Prentice-Hall, 1970.

5. G.F. Casaglia, M. Vanneschi, « Modelli e strutture per il progetto dei sistemi microprogrammati », Serie speciale convenzione ENI-CNR, Agosto 1971.

6. L. Dall'Antonia, P. Maestrini, « Struttura e progetto dei calcolatori TOPI », Alta Frequenza, Marzo 1972.

7. G.B. Gerace, « Digital System Design Automation - A Method for designing a digital System as a Sequential Network System », IEEE Trans. on Computers, vol C17, Novembre 1968.

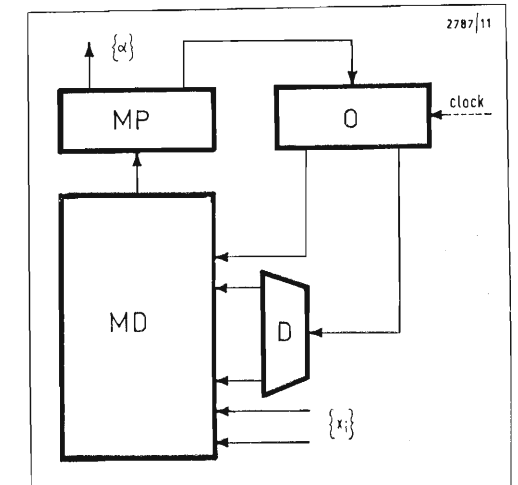
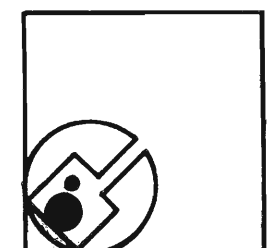
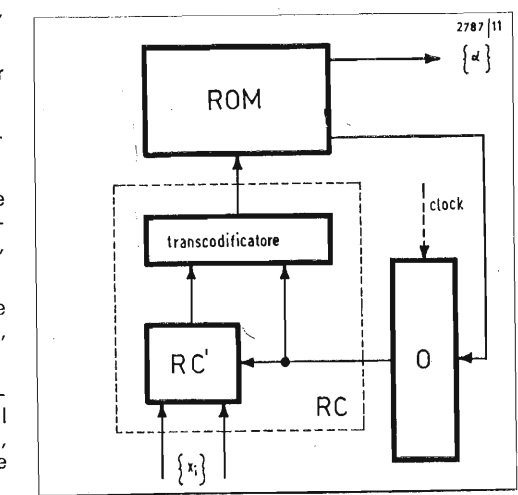



Fig. 10

Fig. 11

Nuova decodificazione Sécam - Pal

R. Peter - a cura di A. Rovelli

I sistemi Pal e Sécam sono così diversi nei loro metodi di decodificazione che la trasformazione di un tipo di segnale nell'altro presenta assai più difficoltà della trascodificazione NTSC-PAL. Qui viene indicata una possibilità estremamente semplice per passare dal Sécam al Pal. Il decodificatore Sécam-Pal genera dal segnale Sécam un segnale Pal fortemente semplificato e a questo segnale risponde qualunque decodificatore Pal con inappuntabile demodulazione.

Principio della trasformazione

I due segnali differenze di colore $R - Y$ e $B - Y$, con il sistema Sécam, vengono modulati in frequenza e trasmessi sequenzialmente (1ª riga = $R - Y$; 2ª riga = $B - Y$, fig. 1). Nel sistema descritto qui, questi segnali differenze di colore vengono demodulati sequenzialmente in un unico discriminatore e poi vengono usati in un modulatore di ampiezza e fase per modulare una portante di colore Pal. Questa portante viene ricavata dall'oscillatore nel decodificatore Pal, e, prima che raggiunga il modulatore viene commutata nella sua fase di riga in riga di 90° Nel modulatore poi la portante viene modulata dal segnale $R - Y$ con sfasamento 0 e dal segnale $B - Y$ con sfasamento 90°. Il segnale di uscita del modulatore viene applicato al decodificatore Pal.

Demodulazione del segnale Sécam da convertire

All'uscita della linea di ritardo nel decodificatore Pal appaiono i segnali modulati ritardati di 64 µs e ruotati in fase di 180°. I segnali ritardati vengono sommati e sottratti ai segnali diretti.

All'uscita differenza, troviamo:

– nella 1ª riga

$(R - Y) - [- (B - Y)] = (R - Y) + (B - Y)$

– nella 2ª riga

$(B - Y) - [- (R - Y)] = (R - Y) + (B - Y)$

questi segnali vengono inviati al demodulatore $B - Y$.

All'uscita somma, troviamo:

– nella 1ª riga

$(R - Y) + [- (B - Y)] = (R - Y) - (B - Y)$

– nella 2ª riga

$(B - Y) + [- (R - Y)] = - (R - Y) + (B - Y)$

questi segnali vengono inviati, attraverso al commutatore di fase 0/180° al demodulatore $R - Y$.

Il commutatore trasporta il segnale nella 1ª riga in fase 0 e il segnale nella 2ª riga in fase 180°. Quindi all'entrata del demodulatore $R - Y$ si ha:

– nella 1ª riga

$(R - Y) - (B - Y)$

– nella 2ª riga

$(R - Y) - (B - Y)$

I demodulatori sincroni sono capaci di separare tra loro i due segnali differenze di colore, poiché il segnale, che è sfasato di 90° rispetto alla portante di colore, non viene demodulato. Dalla fig. 1 risulta anche che all'uscita del demodulatore $R - Y$ appare solo $R - Y$ e che all'uscita del demodulatore $B - Y$ appare solo $B - Y$. La condizione necessaria qui è il preciso riferimento di fase fra la portante cromatica nel modulatore e il segnale modulato di ingresso. Poiché dunque tanto il demodulatore quanto il modulatore di fase nel convertitore ricevono la portante di riferimento dallo stesso oscillatore, la necessaria precisione di fase (deviazione massima di fase $\pm 5°$) può agevolmente essere ottenuta. Ne consegue che, sebbene qui si tratti di una demodulazione NTSC, gli errori di fase lungo il prcorso di trasmissione non possono dar luogo ad alcun falsamento di colori.

Schema misto convertitore Sécam-decodificatore Pal

In fig. 2 è rappresentato sul lato sinistro il convertitore Sécam e sul lato destro il decodificatore Pal.

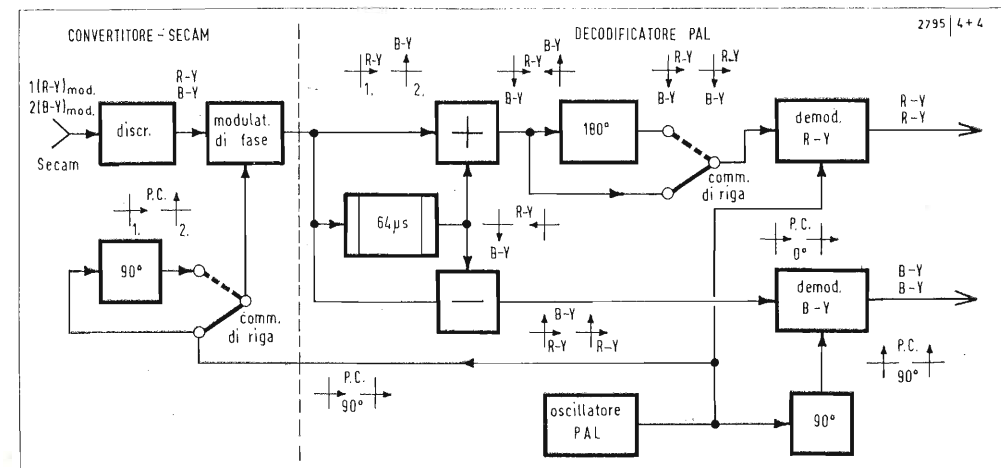



Fig. 1 - Sistema di demodulazione Sécam-Pal

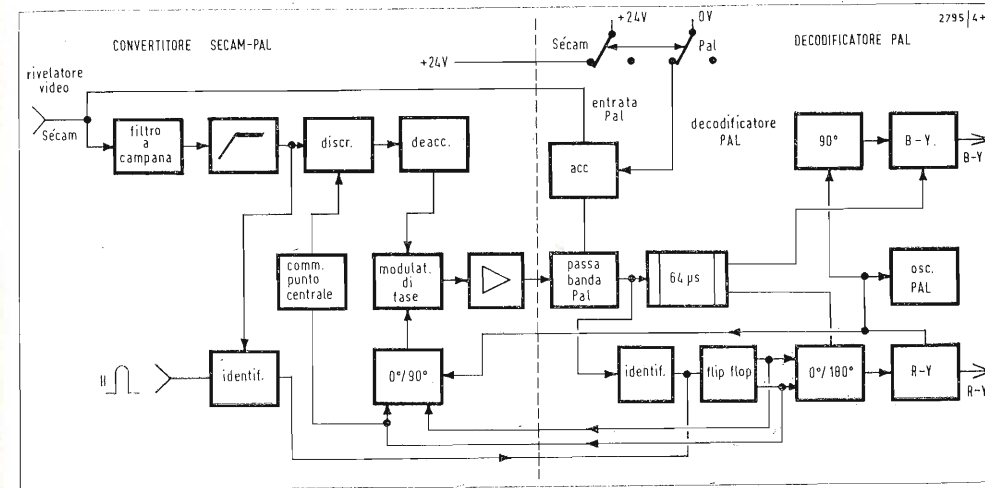



Fig. 2 - Convertitore Sécam-Pal.

Fig. 3 - Schema completo del convertitore Sécam-Pal. Le abbreviazioni si accordano con i corrispondenti blocchi di fig. 2 - Tutti i transistori sono tipo BC107.

All'entrata del convertitore si trova il filtro a campana GF, seguito da un limitatore e dal discriminatore. Il filtro ha il compito di compensare (eliminando) la modulazione di ampiezza supplementare della portante Sécam (per il miglioramento del rapporto segnale/rumore). Anche il successivo limitatore adiacente serve per ulteriore attenuazione della rumorosità.

Il punto di zero del discriminatore deve essere spostato di riga in riga, perché le frequenze centrali dei segnali differenze di colore sono diverse ($R - Y$ = 4,406 MHz $B - Y$ = 4,25 MHz). L'entrata del modulatore è accoppiata in c.c. all'uscita del discriminatore, per cui il livello del nero per la modulazione risulta mantenuto. La portante di colore per il modulatore viene prelevata dall'oscillatore Pal, gli impulsi di commutazione per il commutatore 0/90° e per il commutatore MPS di zero del discriminatore vengono ricavati dal flip-flop FF nel decodificatore Pal. Così i segnali di uscita del discriminatore vengono modulati con la giusta fase della portante ($R - Y$ con portante a 0°, $B - Y$ con portante a 90°); il sistema di identificazione del convertitore Sécam fornisce l'impulso di sincronismo al circuito di identificazione *Id* e quindi al multivibratore bistabile del decodificatore Pal.

Il segnale di uscita del convertitore viene applicato al circuito secondario del passa banda Pal. Questo passaggio permette in modo semplice di compensare il ritardo del segnale di cromaticità per il Pal e il Sécam rispetto al segnale di luminanza. Il tempo di ritardo del segnale Sécam, con la demodulazione nel discriminatore e con la rinnovata modulazione, è circa uguale al tempo di ritardo del segnale Pal nel filtro passa banda.

La conversione da Sécam a Pal si ottiene mediante l'applicazione della tensione di lavoro + 24 V del convertitore Sécam, nonché con l'aggiunta di una tensione di zero alla regolazione automatica del colore (nel ricevitore Sécam).

Il circuito del convertitore (v. fig. 3)

Il filtro a campana GF si trova fra l'entrata del convertitore e la base del tran-

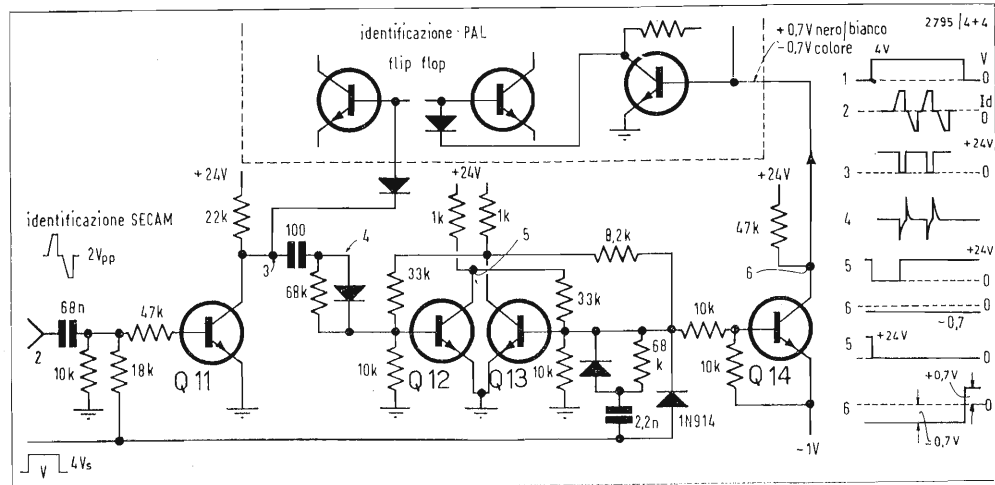
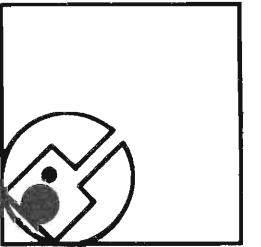



Fig. 4 - Schema di identificazione Sécam, con le forme d'onda dei segnali e i livelli di tensione nei punti da 1 a 6.

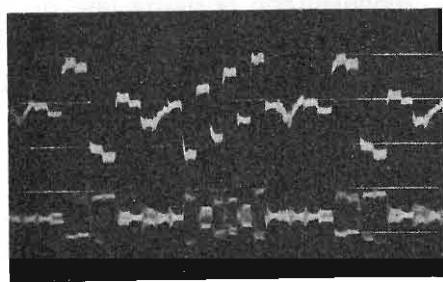



Fig. 5 - In alto: segnale Sécam demodulato (1 V per divisione). In basso: segnale di uscita rimodulato (5 V per divisione).

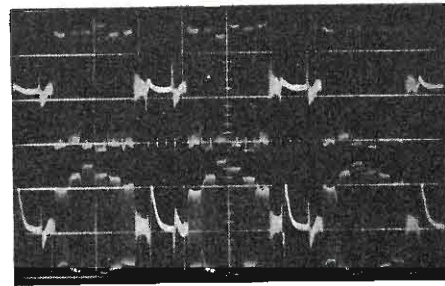



Fig. 7 - Segnale di entrata del demodulatore (2 V per divisione); sopra $B - Y$; sotto $R - Y$.

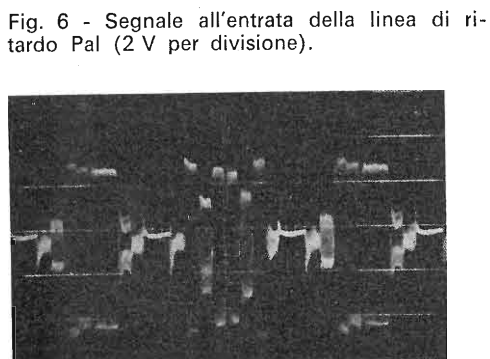



Fig. 6 - Segnale all'entrata della linea di ritardo Pal (2 V per divisione).

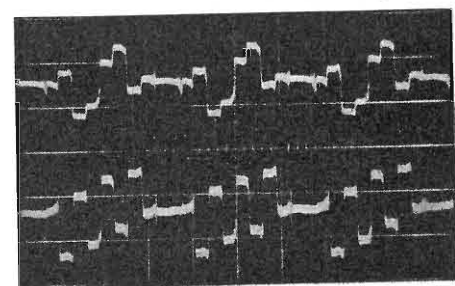



Fig. 8 - Segnale di uscita del demodulatore (2 V per divisione); sopra $B - Y$; sotto $R - Y$.

sistore Q_1. Il segnale amplificato presente sul collettore viene tosato simmetricamente in un limitatore a diodo, prima di raggiungere il transitore discriminatore Q_2. Lo spostamento del punto di zero del discriminatore si attiene mediante il transistore Q_3.

Alla frequenza più bassa del segnale $B - Y$ (4,25 MHz) il transistore Q_3 è conduttivo e mette in parallelo il condensatore di accordo di 25 pF al circuito secondario del discriminatore. Il transistore viene pilotato da un impulso rettangolare di 7,5 kHz generato dal bistabile Pal. Quando il discriminatore è pilotato dal segnale $R - Y$, il transistore Q_3 non è conduttivo e la capacità di 25 pF non ha alcun effetto sul circuito secondario. La capacità viene accordata in modo che i due segnali differenze di colore all'uscita del discriminatore presentino lo stesso livello del nero. Mediante la deaccentuazione, che ha anche la funzione di attenuare la portante Sécam residua, e attraverso il trasferitore di emettitore Q_4, i segnali modulati arrivano al modulatore di ampiezza e fase Q_5. Qui i segnali Sécam servono a modulare la portante Pal, che arriva attraverso il transistore Q_5 in opposizione di fase ai diodi demodulatori.

La portante cromatica Pal viene suddivisa, attraverso il trasferitore di emettitore Q_8 in una componente 0° e in una componente 90°. Due diodi OA91 applicano la portante al transistore Q_6, con fase 0° in una riga e con fase 90° nell'altra riga.

Il bistabile Pal fornisce gli impulsi di commutazione necessari. Il trasferitore di emettitore Q_8 garantisce un'entrata ad alta impedenza per la portante Pal, per cui non viene turbato l'accordo del decodificatore Pal. Con il potenziometro di 1 kΩ nella base di Q_5 si può regolare la fase della portante 0/90°. Questa taratura comporta che alle uscite dei demodulatori Pal appaiono solo $R - Y$, rispettivamente $B - Y$. Il punto di lavoro del demodulatore può essere regolato mediante il potenziometro di 47 kΩ.

Il segnale di uscita del demodulatore viene filtrato mediante un condensatore 10 pF e un'induttanza 100 μH e, amplificato mediante Q_6 e Q_7, applicato al circuito di uscita del decodificatore Pal-passa banda. Il trasferitore di emettitore Q_7 non riceve alcuna tensione di lavoro durante la ricezione Pal e non può caricare, in questo caso, il decodificatore Pal-passa banda.

Per l'identificazione sono previsti due circuiti. In fig. 3 (transistori Q_9 e Q_{10}) è rappresentata un'identificazione secondo le righe, mentre la fig. 4 rappresenta un'identificazione secondo i quadri.

Con l'identificazione di fig. 3 si sfrutta la portante appoggiata sul banco del nero (frequenza $R - Y$ = 4,406 MHz, $B - Y$ = 4,25 MHz) per la generazione di un impulso rettangolare a 7,5 kHz. Questo impulso viene formato nel discriminatore con la diversa frequenza del burst agganciato. Il transistore Q_{10} amplifica l'impulso rettangolare in arrivo ai diodi discriminatori e lo conduce, attraverso un diodo all'identificazione Pal.

Con l'identificazione secondo la fig. 4, si sfruttano gli impulsi di identificazione Sécam trasmessi durante la cancellazione verticale. Questi vengono estratti per mezzo dell'impulso di cancellazione verticale ed amplificati dal transistore Q_{11}. Gli impulsi prelevati dal collettore di Q_{11} possono essere utilizzati direttamente per la sincronizzazione dei bistabili Pal. Inoltre questi impulsi forniscono anche l'informazione per il soppressore di colore (color Killer). Essi vengono trasmessi solo con una trasmissione a colori.

Nel caso di una trasmissione a colori, sorgono al collettore di Q_{11} impulsi negativi. Questi impulsi vengono differenziati sulla base del transistore Q_{12}. L'uscita del multivibratore bistabile (segnale 5) sarà perciò solo alta, quando si effettua una trasmissione a colori. Per essere sicuri che con una trasmissione in bianco-nero, questa uscita sia bassa, si abilita il bistabile con il fronte anteriore dell'impulso di sincronismo verticale. Nel tempo fra il fianco anteriore verticale e i primi impulsi verticali, nascerebbe un impulso positivo all'uscita del soppressore di colore, che disturberebbe l'identificazione Pal. Per evitare ciò, viene applicato alla base del transistore Q_{14} un impulso di ritraccia verticale. Con questo, si assicura che l'uscita di Q_{14}, con una trasmissione a colori, è sempre bassa. L'uscita di Q_{14} è connessa con l'entrata del soppressore di colore Pal. Nella ricezione Pal, viene tolta la tensione di lavoro dell'identificazione Sécam, in conseguenza quest'ultima non disturba minimamente l'identificazione Pal. La funzione dell'apparato è rappresentata negli oscillogrammi delle figure da 5 a 8. Si comincia in fig. 5 con il segnale Sécam demodulato e con il segnale di uscita rimodulato del convertitore. La fig. 6 mostra poi il segnale presente all'entrata della linea di ritardo Pal. Ciò che viene applicato ai demodulatori e ciò che essi ne fanno è rappresentato negli oscillogrammi delle figure 7 e 8.

Vantaggi del nuovo circuito

1) Il convertitore trasforma il segnale Sécam in modo che possa essere demodulato con un normale decodificatore Pal tarato per il segnale Pal. Non occorrono modifiche nel decodificatore Pal. Con semplici mezzi, è così possibile approntare un ricevitore Pal adatto anche per la ricezione Sécam.

2) Tutte le entrate del convertitore sono ad alta impedenza. Con questo viene meno la necessità di un'ulteriore taratura del decodificatore Pal nell'unione con il decodificatore Pal stesso.

3) Semplicissima conversione fra Pal e Sécam (vengono applicate solo tensioni continue).

da «Radio Mentor» n. 9 - 1972

L'energia nucleare

Soluzione di sostituzione per la produzione di energia elettrica?

R. J. Brocard - a cura di A. Contoni

Come scriveva recentemente M. Manson Benedict, Professore di tecnologia nucleare al celebre Istituto di Tecnologia del Massachusetts « è essenziale per qualunque società civile di disporre in abbondanza di un'energia elettrica prodotta a basso prezzo con il minimo inquinamento per l'ambiente ».

Da questo triplice punto di vista, la produzione di energia elettrica per fissione nucleare costituiva un'eccellente soluzione, quando si sarà riusciti a mettere industrialmente a punto (prima dell'estinzione delle risorse di uranio naturale, che consumano, con scarsa efficacia, le centrali nucleari in servizio) il reattore « surrigeneratore » detto anche « a neutroni rapidi ».

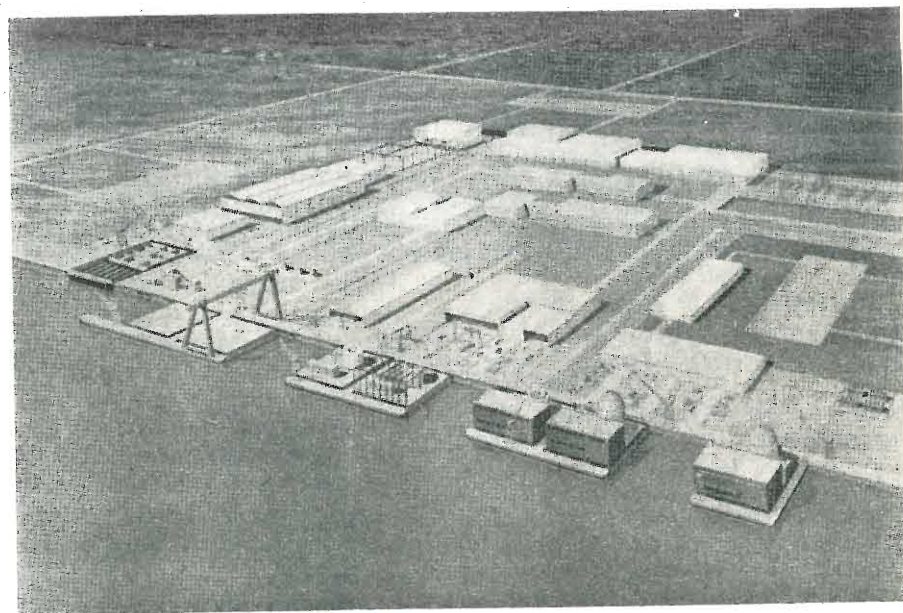
Prima d'inoltrarci in questa esposizione, ricordiamo che l'energia elettrica ottenuta per fissione dell'uranio naturale proviene esclusivamente dall'isotopo 235, che sfortunatamente è presente solo con il tenore dello 0,75%, il 99,3% rimanente essendo l'isotopo 238 non naturalmente fissile. È per questo che nelle nuove centrali nucleari, si arricchisce la carica di uranio naturale con l'isotopo 235. Bisogna anche, per mantenere la reazione, rallentare i neutroni, che generati dalla fissione, sono indispensabili al suo mantenimento per reazione a catena. Da questo punto di vista, in attesa dell'era dei reattori miracolosi: inizialmente a superrigenerazione, poi (forse) a fusione, due sistemi sembrano prendere il sopravvento su tutti quelli che sono stati sperimentati, o messi in opera fin qui. Si tratta di reattori ad acqua ordinaria (detti « ad acqua leggera » per contrapposto a quelli « ad acqua pesante »).

Reattore ad acqua ordinaria

In questo tipo di reattori, si utilizza acqua « del rubinetto » sia come agente raffreddante (e cioè estrattore delle calorie necessarie per la produzione dell'energia elettrica) della fissione dell'uranio 235 contenuto nella carica dell'uranio naturale, sia come moderatore della troppo grande velocità dei neutroni, che generati da questa fissione, sono indispensabili al suo mantenimento mediante reazione a catena.

Ci sono due versioni di questo tipo di reattore: una ad acqua sotto pressione, la più usata negli Stati Uniti (60%), e quella ad acqua bollente.

Reattori ad acqua sottopressione

Il combustibile di questo tipo di reattore (fig. 1) si presenta sotto la forma di bastoncini di biossido di uranio arricchito per circa il 3% con uranio 235.
Questi bastoncini sono ermeticamente incapsulati in guaine fatte di una lega di zirconio, costituente la prima protezione contro un'eventuale fuga di sottoprodotti di fissione fortemente radioattivi.
Acqua, detta « primaria » circola attorno allo spesso contenitore d'acciaio del reattore; essa vi entra alla temperatura di circa 280° C, per uscirne a 315° C, cioè ad una temperatura molto al disotto del suo punto di ebollizione corrispondente alla pressione di circa 160 barie (kg/cm²).
Per mantenere stabile la reazione a catena, si introduce una certa quantità di boro (metallo assorbitore di neutroni) nel reattore, parzialmente sotto forma di acido borico disciolto nell'acqua. Il calore sviluppato dalla fissione dell'uranio 235 viene trasferito dall'acqua primaria all'acqua detta « secondaria », che può bollire, poiché è compressa solo ad una cinquantina di barie; è questa acqua a circa 260° C che produce il vapore motore. Uscendo dalla turbina del gruppo generatore di energia elettrica, questo vapore, largamente disteso, si condensa sotto una pressione subatmosferica.

Reattori ad acqua bollente

Differisce dal reattore ad acqua sotto pressione essenzialmente per il fatto che l'acqua primaria vi è mantenuta ad una pressione più bassa (70 barie circa) e rimane in ebollizione. Il vapore e l'acqua che circonda il combustibile sono separati: l'acqua ritorna in circolo, mentre il vapore arriva direttamente alla turbina del gruppo turbo-alternatore, dopo di che viene condensato e fatto ritornare al reattore. Il reattore ad acqua bollente non richiede un generatore di vapore separato, poiché è il reattore stesso a farne funzione. Il suo rendimento termico è dell'ordine di quello ad acqua sotto-pressione.

Foto 1 - Concezione americana di una centrale atomica installata su di una piattaforma galleggiante, ancorata in mare, per facilitare sia l'alimentazione di acqua fredda, sia la dispersione dell'acqua calda del suo condensatore (Doc. Westinghouse).

Calorie residue assai imbarazzanti

Arrivare a liberarsi del calore residuo dell'acqua usata per il raffreddamento del condensatore, senza che ne risultino inconvenienti per l'ambiente, cioè senza inquinare spiagge e fiumi, è uno dei problemi scorbutici che incontrano tutte le centrali termiche, sia nucleari, sia classiche a combustibili (si dice generalmente « fossili », ma l'uranio naturale non è forse, come l'olio o il petrolio, un combustibile fossile?). Tuttavia, a motivo della temperatura relativamente bassa del suo vapore (circa 263° C, contro i 450° C del vapore prodotto in una centrale termica normale), una centrale nucleare raffreddata ad acqua ha un rendimento termico solo del 32,5%, mentre tale rendimento è dell'ordine del 40% almeno per le centrali a combustibili ordinari. Ne segue che, nel caso della centrale nucleare, la quantità di acqua calda da disperdere nella natura (all'aperto) è circa il 50% superiore a quella delle centrali termiche classiche di uguale potenza e che, qualunque sia il mezzo impiegato, l'operazione è fatalmente più costosa. Ma ciò è niente rispetto al problema d'ambiente, che pone l'enorme quantità di radioattività generata dalla centrale nucleare e che obbliga all'adozione di barriere multiple per opporsi efficacemente alle fughe fuori dal reattore. La maggior parte di questa radioattività proviene dai prodotti di fissione, alcuni dei quali sono ossidi refrattari insolubili in acqua. Altri sono volatili e solubili; nell'acqua primaria ne compare una piccola frazione quando i tubi di zirconio hanno fughe, il che avviene in realtà. Quest'acqua primaria contiene anche prodotti aggressivi, corrodenti, resi radioattivi per attivazione neutronica. Il tenore radioattivo dell'acqua primaria è mantenuto basso mediante purificazione continua a filtraggio e scambio di ioni, mentre si elimina qualsiasi possibilità di fuga per la tenuta rigorosa del suo circuito. Daltronde, se questa tenuta arrivasse a non essere più assoluta, esisterebbero diverse barriere per opporsi ad una fuga all'esterno di radioattività.

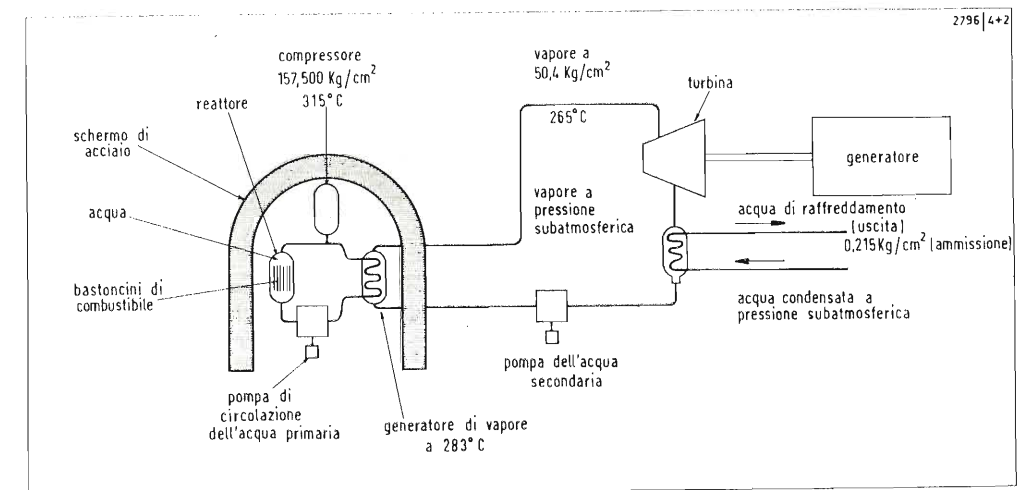
Confronto fra centrale elettrica classica e centrale nucleare

Questo confronto può oggi essere fatto validamente, soprattutto negli Stati Uniti che non hanno, come noi europei, imbrigliato il passo alla Gran Bretagna nella scelta quasi esclusiva del filone di uranio naturale (grafite come moderatore) gas (CO_2) refrigerante, estrattore di calorie generatrici di vapore motore. Le statistiche americane fanno menzione attualmente di 17 centrali ad acqua leggera in servizio, che totalizzano la potenza di 7 milioni di kW, e di altre 108, delle quali molte sono ad acqua bollente, sia in servizio, sia in costruzione o in progettazione, che totalizzeranno quasi 90 milioni di kW.

Osserviamo, di passaggio, che al 1° gennaio 1972, gli inglesi potevano vantarsi di produrre annualmente più di 200 miliardi di kWh nelle loro centrali termiche nucleari!

Poiché, da qui in avanti per molto tempo, gli americani non hanno a temere di restare senza olio né petroli, si può chiedersi perché essi prevedono un così grande numero di reattori nucleari ad acqua leggera. A questa domanda, il Prof. Benedict risponde che il favore di cui gode la centrale nucleare è dovuto dapprima all'« aspetto favorevole ch'essa presenta per l'ambiente ». Egli spiega, a questo proposito, che la manutenzione del combustibile nella centrale, e dei rifiuti di fissione al di fuori di questa è trascurabile rispetto a quello che è in una centrale termica classica. Per questa ragione, per una potenza di 1000 MW, quest'ultima consuma annualmente più di 2 milioni di tonnellate di combustibile, mentre una centrale nucleare di pari potenza consuma solo circa 35 tonnellate di biossido d'uranio, che le vengono fornite in una sola volta. Inoltre, la centrale a carbone deve mantenere un vasto parco di combustibile e disporre di macchinari meccanici di manutenzione e spesso rumorosi, ingombranti e suscettibili di avarie. D'altra parte, la centrale nucleare ha bisogno solo di un terzo circa dello spazio occupato da una centrale a combustibile classico. Infine, quest'ultima scarica un'enorme quantità di effluvi nell'aria; si calcola, a questo proposito, che una centrale di 1000 MW a carbone, vi scaraventa annualmente qualcosa come 10 milioni di tonnellate di gas carbonico e molte centinaia di migliaia di tonnellate di anidride solforosa, ossido di azoto e ceneri redanti. La centrale nucleare, non necessitando di aria di combustione, può essere parzialmente o interamente interrata per fondersi con il paesaggio o sparire alla vista.

Altri pregi della centrale nucleare ad acqua leggera: notevole affidamento e nes-

Fig. 1 - Schema di principio di una centrale atomica, il cui reattore è ad acqua ordinaria sotto pressione. I due circuiti d'acqua sono chiusi su loro stessi; protezioni eccezionali si oppongono a qualsiasi irruzione di radioattività fuori dal contenitore del reattore. L'acqua primaria serve a moderare la reazione e a trasferire il calore emesso dalla fissione all'acqua secondaria, che, sotto una conveniente pressione, viene portata all'ebollizione e quindi a produrre il vapore motore.

sun rischio d'interruzione nella fornitura del combustibile, poiché il reattore, contiene già il valore, per un anno, di uranio nei suoi fianchi.

Costo attuale dell'energia elettrica di origine nucleare

Vediamo ora quanto costa la produzione di energia elettrica in un reattore nucleare. Si osservi subito che questo costo è assolutamente indipendente da quello del combustibile, poiché esso è solo una piccola frazione del prezzo dell'energia elettrica. Inoltre, finora, il prezzo dell'uranio naturale si è dimostrato molto stabile, mentre quello dei combustibili solidi e liquidi ha subito gravi fluttuazioni: è quasi raddoppiato negli ultimi due anni. Tuttavia, questi vantaggi non sarebbero stati sufficienti a giustificare lo sviluppo preso dall'energia elettrica di origine nucleare, se non si fosse verificato che il costo di questa energia poteva non superare quello dell'energia prodotta con i mezzi normali, il che è proprio il caso in tutti quei paesi che non dispongono di olio o di petrolio nella loro prossimità, né possono esserne approvvigionati se non con grandi spese.
In valore assoluto, è difficile valutare il costo dell'elettricità prodotta dai vari tipi di centrali, in tempi diversi e in posti diversi.
Solo quando ci si trova in presenza di due centrali della medesima potenza, l'una a carbone, l'altra ad uranio, costruite a breve distanza l'una dall'altra, alla stessa epoca, è possibile farsene un'idea precisa. Il Prof. Benedict ne ha fornito un esempio per confronto, qui sotto riportato, che dimostra un sicuro vantaggio economico per la soluzione nucleare; vantaggio che potrebbe essere più sentito, se restrizioni locali non rischiassero d'imporre, per la centrale a carbone, l'uso di una qualità di combustibile a basso tenore di zolfo, necessariamente oneroso.

Rifiuti radioattivi

Tutti i reattori nucleari a fissione hanno l'inconveniente d'esigere che i loro sotto prodotti fortemente radioattivi siano immagazzinati per lungo tempo e in condizioni, che assicurino la loro innocuità per l'ambiente. Attualmente si custodiscono i tubi e le guaine deteriorate in contenitori schermati, che vengono inviati agli stabilimenti di rigenerazione.
Se ne scioglie il contenuto in un acido per recuperare l'uranio ed il plutonio; poi i prodotti di fissione vengono concentrati e conservati per circa 5 anni in una soluzione versata in contenitori a doppia parete. Al termine di questo lasso di tempo, la soluzione è evaporata e il residuo solido secco viene introdotto in altri contenitori in acciaio, che si infossano, negli Stati Uniti, a molte centinaia di metri sottoterra, in cave naturali, in vecchie masse di salgemma, per esempio, dove potranno soggiornare per più di migliaia di anni necessari per una sufficiente attenuazione della loro radioattività.

Foto 2 - Il tubo a spirale di acciaio inossidabile che si vede qui tenuto in mano è un rivelatore di neutroni, strumento usato per numerare i neutroni liberati dalla fissione dell'uranio, ed eventualmente, del plutonio. Il sottile filo di cobalto, che esso rinchiude, emette un segnale ogni volta che è stato colpito da un neutrone. La rivelazione di questo segnale permette di seguire lo sviluppo della fissione.

Fig. 2 - Rappresentazione schematica del processo nucleare conducente alla super rigenerazione in un reattore atomico, cioè a produrre più plutonio « fresco » che plutonio usato dalla fissione di tutta la carica di uranio naturale (isotopi 235 e 238). Questa fissione emette, in media, 2,5 neutroni (η) per neutrone assorbito nella carica; uno assicura il mantenimento della reazione a catena, mentre l'1,5 η genera altra materia fissile.

Consumo di uranio dei reattori ad acqua leggera

Questi reattori hanno due inconvenienti; il loro modesto rendimento termico e l'uso dell'uranio 235 così raro, il che obbliga a disporre di enormi riserve di uranio naturale. A meno di scoprirne molto di più di quello che fanno supporre attualmente le risorse mondiali, il suo prezzo è destinato ad aumentare, progressivamente, di anno in anno, per arrivare forse a raddoppiare da qui all'anno 2000. Per questa ragione tutti i fisici atomistici si sforzano di mettere a punto la superrigenerazione del combustibile nucleare.

Reattori super-rigeneratori

Il reattore super rigeneratore, detto anche « a neutroni rapidi » è alimentato da una miscela di plutonio e dall'abbondante uranio 238. Un agente refrigerante, estrattore di calorie utili, che non rallenta i neutroni, (è costituito da elio sotto pressione o da sodio fuso, a circa un'atmosfera) viene sostituito all'acqua dei reattori precedenti. La fissione di un atomo di plutonio mediante un neutrone rapido genera 2,5 neutroni per ogni neutrone consumato (fig. 2); uno di essi continua a mantenere la reazione a catena della fissione, mentre i restanti 1,5 vengono assorbiti dall'uranio 238 per produrre 1,5 di plutonio « nuovo ».

Un atomo di questo plutonio sostituisce quello del plutonio consumato, d'onde un guadagno di circa mezzo atomo di plutonio per ogni 1,5 atomi di uranio 238 consumati. In questo modo, tutto l'uranio 238 dell'uranio naturale si comporta da combustibile, moltiplicando così per più di 100 le risorse di questo minerale nucleare.
Tuttavia non sta in questo il maggior fattore della superiorità su tutti gli altri reattori a fissione, del reattore super-rigeneratore. Quest'ultimo infatti richiede solo 1,3 tonnellate di uranio naturale per la produzione annuale di 1 milione di kWh di energia elettrica, contro le 171 tonnellate per il reattore ad acqua. Ne segue che il costo dell'energia elettrica prodotta da un reattore super-rigeneratore è praticamente indipendente da quello dell'uranio naturale, d'onde la possibilità di utilizzare dell'uranio di estrazione costosa. Gli americani stimano, per quanto li riguarda, che le risorse di estrazione redditizie non supereranno 1,5 milioni di tonnellate, se l'uranio naturale non può essere pagato che 15 dollari alla libbra (453 g), mentre potranno arrivare a 25 milioni di tonnellate, se si può pagarlo 100 dollari alla libbra, ossia circa 125.000 Lire al chilo.
Gli americani stimano inoltre (e il loro ragionamento vale per tutto il mondo) che se i loro reattori ad acqua leggera sono atti a produrre annualmente 8480 milioni di kW di elettricità, con tutto l'uranio pagato 15 dollari alla libbra, (prezzo che non può essere superato se l'energia nucleare deve restare competitiva con l'energia termica classica), i reattori super rigeneratori potrebbero produrne 19.200 miliardi con l'uranio pagato 100 dollari alla libbra. Basandosi così sulle loro risorse di uranio suscettibili di essere sfruttate al prezzo di 100 dollari alla libbra, essi calcolano che la totalità del loro fabbisogno di energia elettrica potrebbe essere coperta in 64 secoli. Simili cifre lasciano capire perché la messa a punto industriale del reattore super-rigeneratore sia così ardentemente ricercata in tutti i paesi sviluppati. Bisognerebbe però anche che il costo di questo tipo di reattori non fosse proibitivo.

Metallo fuso o gas?

Reattori super-rigeneratori a gas

La versione a gas (fig. 3) consumerebbe una miscela del 15% di ossido di plutonio e dell'85% di biossido di uranio 238, depositato in guaine di acciaio inossidabile chiusa in una cassa di cemento precompresso.
L'inconveniente maggiore del reattore a gas, rispetto alla versione del sodio liquido, risiede nel piccolo potere refrigerante dell'elio, il che rende più difficile l'opposizione ad un surriscaldamento del combustibile, se, per una ragione qualsiasi, la pressione dell'elio viene ad abbassarsi. Per questo motivo, ed altri ancora, non esiste ancora, né negli Stati Uniti, né in Europa, un piano definitivo per un prototipo di reattore a neutroni rapidi, di cui, tuttavia, lo studio merita di essere proseguito a fondo, tanto per il suo grande rendimento termico ed il suo alto tasso di rigenerazione, quanto per il suo costo relativamente basso e per il fatto che esso non presenta problemi di manipolazione di un metallo fuso.

Reattori super-rigeneratori a sodio fuso

Questi reattori hanno attirato l'attenzione degli ingegneri dal 1951; hanno già anche formato l'oggetto di varie costruzioni sperimentali (fig. 4). Il sodio è un eccellente estrattore di calore. La sua capacità volumetrica calorifica e la sua conduttività termica sono altissime. Inoltre, se il reattore è a doppia parete, senza aperture al disotto della parte superiore del combustibile, si può esser certi che questo ultimo rimarrà immerso nel sodio liquido e sarà da esso raffreddato, anche nel caso di cattivo funzionamento del sistema di raffreddamento esterno del reattore.
L'alto punto di fusione del sodio e la sua compatibilità con l'acciaio inossidabile permettono di portare il metallo a 620° C nel reattore e, in conseguenza, di fargli produrre vapore ad una temperatura e ad una pressione, che gli consentono di essere usato nei turbo alternatori classici, con il rendimento del 40%.
Sfortunatamente il sodio presenta vari inconvenienti: è opaco, per cui la sua ricarica ed altre operazioni nel reattore si possono fare solo « alla cieca ». Poi, è reso intensamente radioattivo nel reattore, obbligando a interporre un circuito

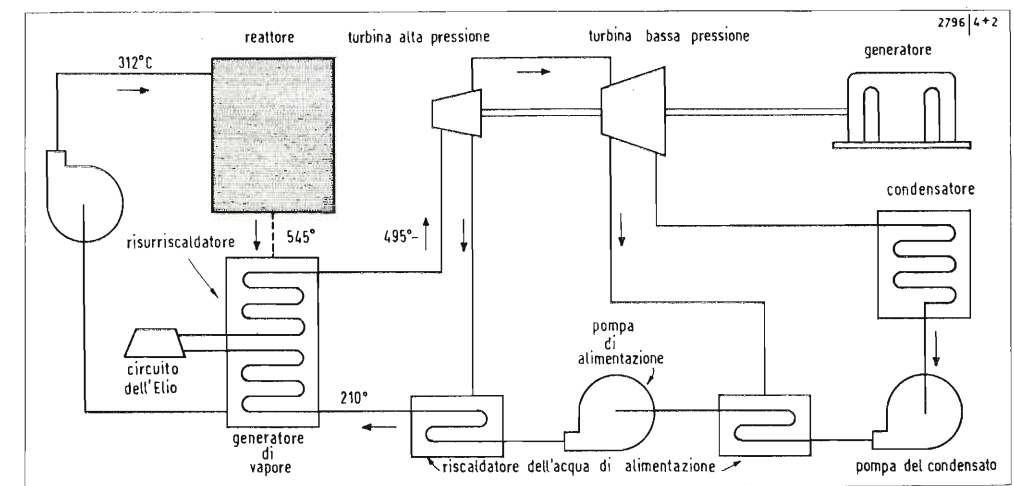
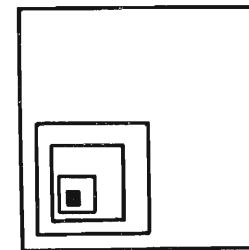



Fig. 3 - Schema di principio dei circuiti gas-acqua-vapore di una centrale atomica, il cui reattore superrigeneratore è raffreddato ad elio gassoso. Questo gas trasferisce le calorie che assorbe all'acqua generatrice del vapore motore.

secondario di raffreddamento, a sodio non radioattivo, tra il sodio primario e il generatore di vapore. Infine, il sodio reagendo con l'aria e l'acqua, rende necessario di ricoprire di argon tutto ciò che non viene a contatto con questo metallo e di studiare il generatore di vapore in modo da evitare qualsiasi irruzione d'acqua nel sodio, come pure da eliminare il rischio di ebollizione del metallo in un punto particolare del reattore, il che potrebbe provocare un aumento nefasto del tasso di fissione. Infine ancora, può essere « commerciale », il super rigeneratore a metallo fuso richiede pompe, valvole e scambiatori di calore atti a trattare quantità di sodio fuso di un ordine di grandezza, che non si è mai finora raggiunto. La messa a punto del super-rigeneratore a sodio liquido è molto avanzata.

Infatti, un reattore sperimentale di questo tipo (il primo al mondo ad aver prodotto elettricità) accusò, nel 1950, un rapporto di super-rigenerazione maggiore dell'unità. Esso fu seguito (negli Stati Uniti) da un secondo, poi dal reattore Enrico Fermi. Oggi, sebbene entrate in lizza più tardi degli Stati Uniti, la Russia, la Gran Bretagna e la Francia hanno sperimentato dei super-rigeneratori di questo tipo ed hanno pure in costruzione alcune unità produttrici di energia elettrica più potenti di quelle progettate negli Stati Uniti. Si ricorda, a questo proposito, che il super rigeneratore sperimentale « Rapsodia » (costruito dall'associazione francese, attraverso la sua Commissione per l'energia atomica, con l'Euratom) è apparso il 28 gennaio 1967. Questo reattore, raffreddato al sodio liquido, consuma una miscela del 25% di ossido di plutonio e del 75% di ossido di uranio arricchito al 60%. Con il « Phénix », la Francia conta di produrre nel 1973, 600 MW di energia elettrica per super-rigenerazione.

La Germania è sul punto di costruire una centrale nucleare super-rigeneratrice da 300 MW; da parte loro, il giappone e l'Italia pensano di fare altrettanto. Negli Stati Uniti, tre importantissime società si sono dedicate alla messa a punto di questo tipo di reattore. Sono: la General Electric, la North American Rockwell e la Westinghouse. Ciascuna di esse ha proposto alla Commissione americana per l'energia atomica, la costruzione di una centrale sperimentale di 300 ÷ 500 MW, per un costo stimato di circa 500 milioni di dollari. Queste proposte sollevano varie questioni, la più importante delle quali è quella di decidere se l'ordine dovrà essere passato per una, due o tre unità di questa potenza. Se, se ne autorizzerà una sola, quale ditta sarà sacrificata?

In Russia, in Inghilterra e in Francia, ha osservato il Prof. Benedict, agenzie governative hanno avuto completa libertà di proseguire lo studio tecnologico e sperimentale del reattore in oggetto, cosicché a meno di d'incontrare ostacoli imprevedibili maggiori durante l'esecuzione dei loro progetti, il super-rigeneratore a metallo fuso potrà essere commercializzato molti anni prima degli Stati Uniti.

Il Prof. Benedict nota, infatti, che occorreranno almeno sette anni al suo paese per costruire il primo reattore di dimostrazione e sette altri per mettere in servizio la prima centrale nucleare super-rigenerativa. Egli giustifica questi tempi ricordando che se i primi reattori ad acqua leggere hanno cominciato a funzionare una quindicina di anni fa, questo tipo di reattore ha raggiunto la sua « piena maturità commerciale » solo recentemente.

(Intendere: la sua possibilità di essere esportato). È da domandarsi se non occorrerà maggior tempo affinché il reattore super-rigeneratore divenga, per il suo paese, un prodotto esportabile.

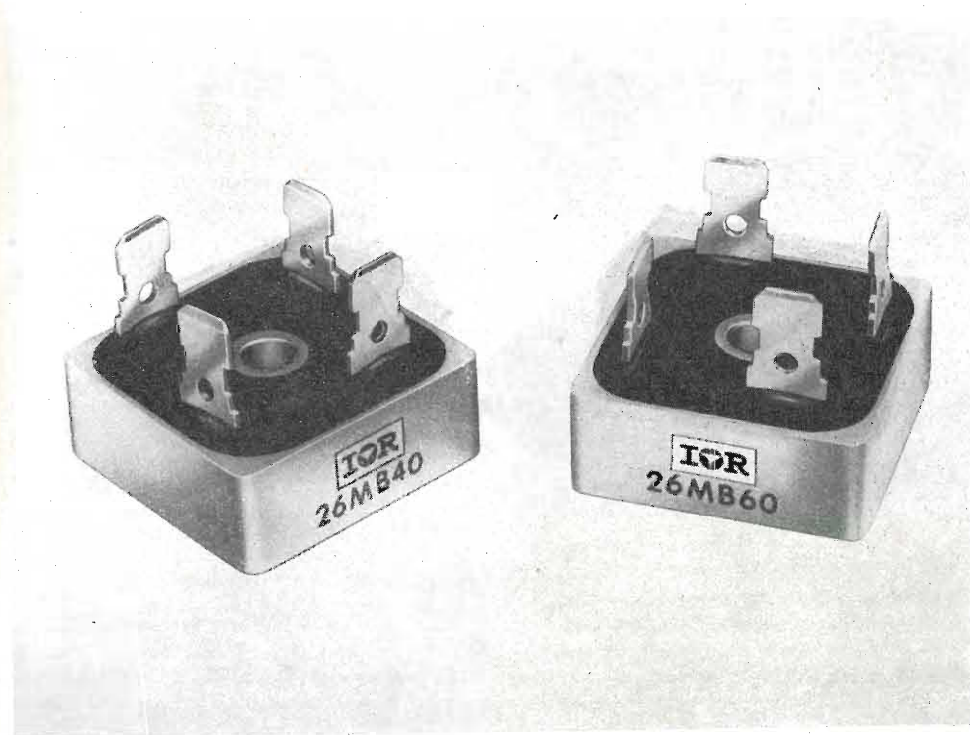
Ad ogni modo, in attesa del meglio, appare bene che cosa sia il reattore ad acqua leggera: economico, sicuro, senza pericoli, non inquinante e, se ben messo a punto, costituisce la sorgente di energia elettrica più idonea a soddisfare i bisogni di tutti i paesi, almeno fino alla fine dell'attuale secolo.

Fig. 4 - Schema di principio dei circuiti metallo liquido-acqua-vapore di una centrale, il cui reattore superrigeneratore è raffreddato a sodio fuso.

Tabella di confronto dei costi

	Carbone	Uranio
Costo della centrale in dollari/kW	202	255
Ammortamento annuale del capitale investito	0,13	0,13
kWh annuali per kW di potenza	5.256	5.256
Rendimento termico in kg/cal/kWh	0,009	0,0104
Costo del calore prodotto per kg/cal	1,78	0,714
Costo dell'energia elettrica in milioni di dollari per kWh		
a) capitale investito	5,00	6,31
b) conduzione e manutenzione	0,30	0,38
c) combustibile	4,05	1,87
Totale	9,35	8,56

da Electronique Professionelle n. 1371 - 1972

Nuovo ponte raddrizzatore dell'International Rectifier

La International Rectifier informa che ha iniziato la produzione di un nuovo ponte raddrizzatore con contenitore metallico isolato che, fissato su di un telaio metallico o su un radiatore, può erogare 25 Amp. con temperatura di base fino a 65 °C e per tensioni fino a 600 Volt.

Si tratta del ponte monofase tipo 26MB. Le dimensioni di questo nuovo prodotto, specie se rapportate alla potenza erogata, sono estremamente ridotte, poiché la base metallica di forma quadrata ha l'ingombro di mm 28 x 28 con un'altezza compresi i terminali di circa mm 24.

Particolare attenzione è stata dedicata nella progettazione di questo ponte all'allacciamento: i terminali sono del tipo universale adatti sia per innesto, sia per saldatura o per legatura.

Il fissaggio è realizzato mediante una vite centrale di 4 mm.

Anche questo ponte, come il tipo analogo in plastica 6SB, ha una caratteristica importante per i costruttori di apparecchiature poiché, alle ottime prestazioni, unisce un basso prezzo in rapporto alla potenza erogata.

Notiziario

La « memoria elastica » della Raychem

La Raychem Corporation di Menlo Park, California, da oltre un decennio specializzata nelle applicazioni industriali della chimica delle radiazioni, ha sviluppato una serie di nuove materie prime, basate su sostanze plastiche ed elastomeriche a formulazione speciale.
I prodotti « Thermofit » realizzati con questi materiali possiedono una combinazione inconsueta di caratteristiche, quali: memoria elastica, stabilizzazione termica, elevata robustezza, eccezionali caratteristiche elettriche ed eccellente resistenza a solventi ed agenti chimici.
I prodotti « Thermofit » sono disponibili nei seguenti polimeri di base, modificati: poliolefine (polietilene, polialchene, ecc.), cloruro di polivinile (PVC), fluoruro di polivinilidene (Kynar), politetrafluoroetilene (Teflon), neoprene (elastomero), Viton (fluoroelastomero) e gomma all'etilene-propilene (EPR).
La memoria elastica è forse la più sorprendente delle caratteristiche indotte dalla radiazione ionizzante, in effetti, il bombardamento delle molecole di certi polimeri mediante elettroni ad alta energia, causa la concatenazione incrociata delle molecole, in un gel reticolare tridimensionale.
Trascurando gli effetti secondari, che esulano da queste semplici note a carattere informativo, gli elettroni opportunamente accelerati ed inviati nella massa compatta e disordinata delle catene molecolari, liberano atomi di idrogeno (che volatilizza come H_2) lasciandone privi alcuni atomi di carbonio.
Questi ultimi, avidi di attività chimica, si uniscono, formando un legame stabile e durevole (la concatenazione molecolare).
Dal punto di vista pratico, il materiale polimerico non fonde più, ma ha acquistato una perfetta elasticità al di sopra del punto di fusione cristallina. Può essere riscaldato, espanso o deformato a volontà, quindi raffreddato e solidificato nella forma espansa.
In altre parole, riscaldandolo si sciolgono i nodi di cristallinità, ma non le concatenazioni intermolecolari, le quali riportano il materiale alla forma originaria durante il riscaldamento stesso.

Avendo altamente perfezionato la tecnica di irradiazione, la Raychem produce una serie di prodotti termorestringenti, che hanno trovato numerosissime applicazioni nell'industria elettrica, elettronica, del gas, degli oleodotti, aeronautica, automobilistica, spaziale, navale, missilistica, delle radio e telecomunicazioni, ed altre ancora.
Questi prodotti, che sono fabbricati negli stabilimenti Raychem di Redwood City e Menlo Park (California), di Swindon (Gran Bretagna) e di Kessel-lo (Belgio), possono suddividersi in alcune categorie principali, che per quanto riguarda le applicazioni relative alla distribuzione dell'energia elettrica, ad alta, media e bassa tensione, sono: per eseguire terminazioni su cavi unipolari, guaine e manicotti termorestringenti; per eseguire terminazioni su cavi multipolari, guaine, manicotti e parti stampate termorestringenti; per eseguire la protezione ed isolare giunzioni sia su cavi unipolari che multipolari, manicotti termorestringenti; per chiudere ermeticamente teste di cavi sia unipolari che multipolari, parti stampate termorestringenti; per eseguire connnessioni di fili e schermature elettriche, manicotti autosaldanti termorestringenti.
Tutte le suddette applicazioni possono essere eseguite per impiego interno od esterno, aereo, in cunicolo od interrato, oppure addirittura per cavi che debbano essere immersi in acqua di mare.
Infatti la Società Raychem oltre ad aver raggiunto un ottimo livello qualitativo di realizzazione dei prodotti termorestringenti, ha messo a punto una serie di adesivi e mastici, che offrono elevate prestazioni tecniche nelle più svariate condizioni ambientali d'impiego, soprattutto qualora utilizzati in combinazione ai termorestringenti suddetti.
I vantaggi offerti da tutte le applicazioni descritte poc'anzi sono:

Rapidità - Infatti il restringimento dei prodotti avviene in max qualche minuto primo ed in ogni caso in un tempo infinitamente inferiore a quello necessario per l'esecuzione anche di una semplice nastratura.

Semplicità - E' sufficiente che l'operatore sia pratico dell'uso di un normale cannello a gas per riscaldare la parte sino a restringimento avvenuto.

Affidabilità - Si tratta in ogni caso di parti composte da un unico corpo che si adagia ed assume la sagoma del cavo o della giunzione da rivestire non essendo soggetto a cattive applicazioni.

Immediatezza d'impiego - A restringimento avvenuto, è sufficiente l'attesa di qualche minuto prima di mettere in tensione la rete, dandone la possibilità quindi di un utilizzo praticamente immediato.

Applicazione universale - Il lavoro da eseguirsi non è subordinato alle condizioni ambientali. In particolare se l'uso di una resina epossidica a temperatura molto bassa è problematico o impossibile, il problema si risolve con il termorestringimento.

Sicurezza - Tutta l'operazione consiste in un breve riscaldamento del particolare da restringere mediante l'uso di un cannello a gas, che produca una fiamma « morbida », a bassa temperatura.

Qualità - Trattasi di materiali aventi tutte le migliori caratteristiche, come elencato nell'introduzione ed inoltre la maggiore sicurezza offerta dalla reticolazione molecolare ottenuta mediante irradiazione.

■

Lo « Speakerphone », nuovo tipo di telefono fornito alla Spagna dalla GTE International

La Compañía Telefónica Nacional de España, gerente la rete telefonica spagnola, ha ordinato a la GTE International Incorporated dei nuovi apparecchi telefonici per conversazioni collettive, tipo « Speakerphone » per un valore di 600 mila dollari, e che saranno gli unici apparecchi di questo genere attualmente adottati. Lo « Speakerphone » è un modello esclusivo di telefono per utente che comporta, direttamente montato sulla base un microfono fisso (completa libertà delle mani) a grande angolo, molto sensibile, che può raccogliere sia i suoni provenienti da un interlocutore diretto, sia quelli provenienti da conversazioni in una sala di dimensioni normali, e un piccolo altoparlante, situato in vicinanza, udibile in tutta la sala, che fa da ricevitore. Questi due soli componenti costituiscono l'apparecchiatura completa e non richiedono alcun equipaggiamento supplementare né alimentazioni o speciali centralini.
Questo nuovo apparecchio telefonico è specialmente indicato per conversazioni collettive o conferenze.
Può essere impiegato sia in collegamento collettivo con un altro « Speakerphone », sia come apparecchio telefonico normale collegabile a qualsiasi standard telefonico.

Lo « Speakerphone » a tastiera utilizzato in una conferenza.

Fotometro-Radiometro Tektronix J16

Il Fotometro-Radiometro digitale Tektronix J16 è una unità portatile capace di eseguire un gran numero di misure luminose, sia in laboratorio che all'esterno.
Le dimensioni del J16, comprese le batterie interne ricaricabili, sono: 6,1 cm di altezza, 11,7 cm di larghezza e 20,3 cm di lunghezza, mentre il suo peso è di circa 1,5 kg.
La durata delle batterie è di una settimana, prima di doverle ricaricare. E' stato fatto largo uso di circuiti integrati al fine di ottenere uno strumento leggero, dal funzionamento stabile e dal basso consumo di energia. Il visualizzatore è costituito da indicatori a stato solido di tipo LED (diodi emettitori di luce).
Il J16 è stato progettato per sopportare colpi, vibrazioni, umidità e sbalzi di temperatura. L'involucro esterno e la sonda sono dotati di fori filettati standardizzati per il montaggio su treppiedi o banchi ottici.
Sono disponibili cinque sonde, rapidamente intercambiabili, per misure di illuminazione, irraggiamento, luminanza ed intensità relativa.
Le sonde sono predisposte per l'automatica indicazione della corretta unità di misura (footlambert, footcandles, μ watt cm^2) mediante indicazione luminosa con diodi LED. Tutte le sonde usano sensori al silicio (1 cm^2) per assicurare la massima stabilità.
Il probe J6501 misura l'illuminazione in footcandles e viene usato quando si deve misurare la luce incidente su una superficie. Le applicazioni riguardano l'illuminazione di strade, di scene televisive e di posti di lavoro.
La sonda J6502 misura l'irraggiamento in μ watt/cm^2 entro lo spettro che va da 450 a 1000 nanometri. Le applicazioni comprendono esperimenti sui laser e misure dei rendimenti di irraggiamento.
La sonda J6503 misura la luminanza in footlambert quando si deve misurare la luce riflessa o emessa da una superficie. Schermi televisivi, luce riflessa da superfici di lavoro e dispositivi elettroluminescenti sono alcuni esempi di applicazioni di questa sonda.
Il probe J6504 è per le applicazioni dove vanno eseguite solo misure relative; questa sonda serve per controllare le sorgenti di luce usate in processi fotografici e fotoresistivi.
La sonda J6505 misura l'illuminazione prodotta da sorgenti luminose il cui spettro di emissione è nella zona del rosso. La principale applicazione di questa sonda è la misura della luce emessa dai LED (diodi emettitori di luce).
Tutte queste sonde possono essere fornite nella versione per misure di unità metriche.

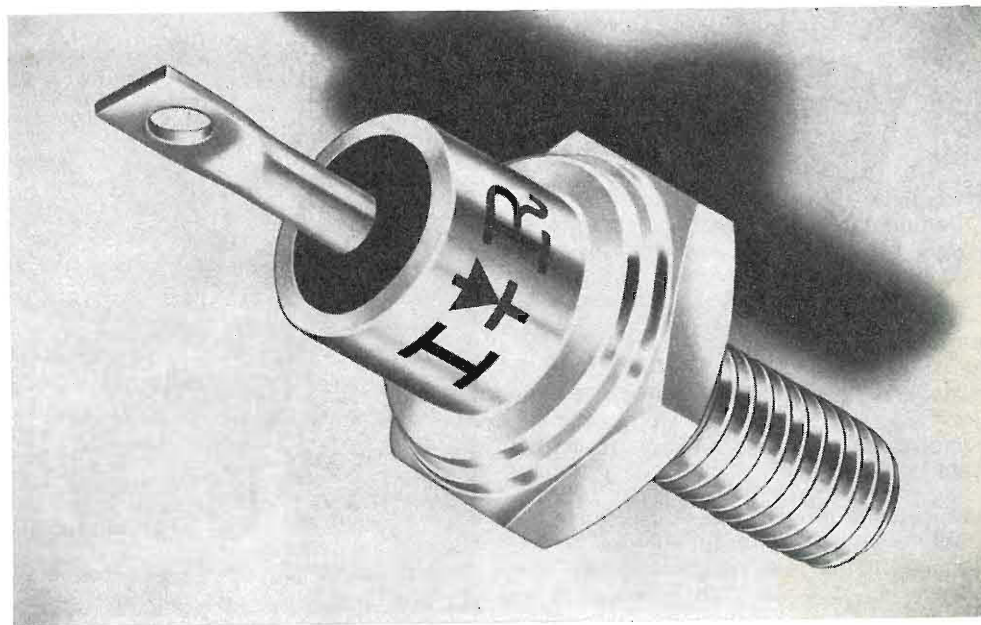
■

Diodi al silicio Fast Recovery

La International Rectifier annuncia la estensione della gamma dei suoi diodi al silicio Fast Recovery con l'introduzione di due nuove serie denominate 6FL e 12FL, capaci di erogare 6 e 12 Amp. Queste serie sono disponbili con tempo di recupero fino a 200 nsec.
La selezione viene fatta in condizioni di prova di IF = IR = 6A; temperatura T_J = 25 °C.
Mentre altri diodi di simile potenza hanno una capacità limitata di V_{RRM}, le serie IR sono disponibili per tensioni fino a 1000 Volt ed offrono una frequenza operativa fino a 50 kHz.
Questi diodi sono disponibili sia con polarità diretta sia inversa.

■

Un nuovo prodotto International Rectifier

La International Rectifier annuncia la disponibilità di un nuovo interessante ponte raddrizzatore concepito secondo nuovi criteri costruttivi.
Si tratta del ponte monofase 6SB da 6 Amp, incapsulato in resina epossidica e disponibile per tensioni fino a 600 V.
Le caratteristiche principali sono:
le ridotte dimensioni (mm 31,7 x 47,8), la versatilità dell'allacciamento dovuta ai terminali di forma speciale, facilità di fissaggio con una vite centrale o due laterali, peso particolarmente basso (19 grammi), il contenitore isolato che permette il montaggio anche su pannelli metallici (in quest'ultimo caso la temperatura ambiente a cui può lavorare il ponte può raggiungere i 65 °C).
Caratteristica importante che interessa certamente i costruttori di apparecchiature è il basso costo se rapportato alle caratteristiche tecniche ed all'erogazione.

Per il « Wankel » Small computers DEC

La Tri-Ordinate Corporation di Berkeley Heights, N. J., in un suo recente annuncio ha indicato un programmable-controller PDP-14/L della Digital come uno dei principali ausili nel lavoro di ricerca e sviluppo di un'eventuale produzione di massa del nuovo motore rotante Wankel.
La società americana ha messo a punto infatti un sistema di lavorazione ad alta precisione — il Tru-Coid Grinder System — che si avvale di un PDP-14/L per riuscire ad ottenere l'elevato livello di precisione richiesto per la cavità a trocoide (una sorta di grosso otto) dell'originale motore, e per un efficiente corretto funzionamento. La mancanza di simili macchinari prima d'ora è stata il principale ostacolo nel cammino e nell'impiego produttivo del Wankel da parte delle grandi case automobilistiche americane.
Uno small computer PDP-8/L è inoltre usato dalla Tri-Ordinate per programmare il PDP-14. Tale programmazione consente di inserire le esatte dimensioni, le specifiche ed i particolari vincoli costruttivi della cavità da sottoporre a trattamento meccanico.
Il singolo minielaboratore, nel caso di operazioni notevolmente complesse, può essere altresì adibito alla programmazione di più Tru-Coid Grinders contemporaneamente operanti ad un unico processo fabbricativo comune.

■

Un nuovo materiale da riempimento resistente alla fiamma accresce la sicurezza delle apparecchiature elettriche

La Dow Corning International ha commercializzato in Europa un nuovo elastomero siliconico rtiardante di fiamma, concepito per garantire la massima sicurezza nel riempimento, l'incapsulaggio ed il rivestimento.
L'elastomero, messo a punto alcuni anni or sono per soddisfare alle esigenze dei fabbricanti di televisori a colori negli Stati Uniti, cui necessitavano prodotti maggiormente resistenti alla fiamma, troverà impiego in misura crescente nei prodotti di largo consumo quali gli elettrodomestici e le apparecchiature elettriche ed elettroniche, dove sono richieste prestazioni sicure e resistenza al fuoco.
Il fatto che sia disponibile per i fabbricanti di televisori e di apparecchiature in Europa riveste particolare importanza, dopo la recente dichiarazione del Centro di ricerca sul fuoco nel Regno Unito circa il costante aumento durante gli ultimi anni dell'incidenza degli incendi causati da televisori.

Prove condotte indipendentemente dimostrano l'idoneità del silicone

Più di due anni fa un'indagine negli Stati Uniti, patrocinata dalla Commissione americana per la sicurezza dei prodotti, ha confermato che « la stabilità a lungo termine e la resistenza della gomma siliconica a severe condizioni ambientali

Cinque secondi dopo aver tolto la fiamma dai due provini di elastomeri siliconici il materiale siliconico convenzionale, a sinistra, continua a bruciare mentre il campione resistente alla fiamma Sylgard 170 si spegne. La fiamma è stata applicata per 30 secondi.

non avevano pari fra gli elastomeri ».
Lo sviluppo costante ha aperto la via verso una maggiore sicurezza dei prodotti nelle apparecchiature elettriche.
Il nuovo Sylgard 170 A & B bicomponente, nero, a bassa viscosità, ha un numero « ossigeno limitante » tipico di 43 nelle prove alla fiamma. In quelle alla fiamma verticale, strisce esposte 10 secondi ad un cannello per saldatura si spengono da sole entro un secondo dalla rimozione del cannello stesso.

Mantenute stabili le caratteristiche fisiche ed elettriche

Le altre proprietà del nuovo elastomero sono simili a quelle dei migliori materiali siliconici bicomponenti usati in precedenza come prodotti da riempimento.
Le proprietà fisiche ed elettriche variano pochissimo dopo invecchiamento a 200 °C (392 °F). Inoltre l'elastomero rimane resiliente a —60 °C.
Questo materiale bicomponente a bassa viscosità vulcanizza in illimitati spessori senza sviluppo di sottoprodotti corrosivi o calore. La vulcanizzazione, che interviene entro 8 ore circa a temperatura ambiente, può venire accelerata mediante riscaldamento. A 150 °C il prodotto vulcanizza completamente in tre minuti.

■

Per il PDP-8 nuove periferiche DEC

Nuove periferiche e nuovi packages di software sono stati recentemente resi disponbili dalla Digital Equipment Corporation per il PDP-8. Questi includono una line-printer a 165 caratteri/secondo, la LS8-E, un visualizzatore oscilloscopico con indicazione per punti a due colori, il VR-20; una versione per sola ricezione del DECwriter LA30, a sigla LA30A. La DEC ha pure reso disponibile un display alfanumerico a basso costo, il VT8-E, in grado di visualizzare 20 linee di testo e con ciascuna linea contenente fino a 64 caratteri; l'intera indicazione visiva può essere cambiata in meno di 20 millisecondi. Il VT8-E contiene un display a CRT, una tastiera completa ed un'interfaccia per il DECwriter LA30 o per la line-printer LS8-E per un'uscita su « hardcopy »; l'elemento di controllo del VT8-E si inserisce ad innesto direttamente nell'Omnibus del PDP-8.
Altri apparati aggiuntivi annunciati per il PDP-8 includono: il DECwriter LA30-E provvisto di interfaccia EIA; un terminale data-entry, RT02, con visualizzazione alfanumerica; la KL8-F, nuova serie di interfacce per dati asincroni; ed il modem-controller KL8-M.
I nuovi packages di software comprendono:

— il TECO, un text-editor precedentemente reso disponibile solo per il DECsystem-10;

— il BITMAP, un programma di management su memoria a nuclei per programmi in binario assoluto;

— l'EPIC, una routine per l'aggiornamento dei programmi del sistema;

— ed il BASIC che consente il trattamento di strings e files.

Il nuovo utility-software offerto include — tra l'altro — il DEC/X8, un sistema di package-exerciser, ed il TD8-E Copy un programma di file-management per sistemi PDP/8 impieganti supporti di memorizzazione magnetica a DECtape.

La fotografia mostra, da destra a sinistra, il DECwriter LA30-E con elemento d'interfaccia EIA, l'unità di memoria a dischi RK8-E DECpack con il dispositivo di controllo, la line-printer LS8-E ed il display alfanumerico VT8-E. Dietro la testa dell'operatore si può notare il VR-20, visualizzatore oscilloscopico per punti a due colori.

■

La Digital Equipment alla BIAS '72

La Digital Equipment Corporation, la più grande società internazionale nel settore dei minielaboratori, presenta alla XII Mostra Convegno dell'automazione e strumentazione l'IDAC-8 - il PDP-8/M e PDP-11/05 per OEM - il PDP-11/45.
L'IDAC-8 costituisce un insieme elaborativo a basso costo per acquisizione dati, registrazione, regolazione, controllo — effettuato in tempo reale — per industrie chimiche/petrolifere/cartarie/manufatturiere. Basato su un minielaboratore della serie PDP-8 esso si caratterizza per un linguaggio di programmazione notevolmente facile impiegante comuni notazioni matematiche e semplici brevi vocaboli inglesi di normale uso nel campo ingegneristico/industriale.
Per il mercato OEM, la Digital Equipment presenta il PDP-8/M a 12 bit. Basato sul nuovo concetto a Omnibus; e il PDP-11/05 dove l'elaboratore centrale, la memoria di massa e tutti i periferici operano in modo individuale tramite l'Unibus.
Il PDP-11/45 il più grande e il più recente membro della famiglia di minielaboratori, di cui negli ultimi 2 anni la Digital ha venduto più di 3.000 apparati. Il PDP-11/45 è un G.P. computer e può essere espanso fino a 124K di memoria.
Caratterizzato da una tecnologia costruttiva e da una concezione programmativa notevolmente avanzate (memorie a semiconduttori e MOS ad MSI e LSI, microprogrammazioni, canali bidirezioni di trasferimento dati, con velocità di trasferimento fino a 40 Megabit/secondo) l'originale minielaboratore è stato particolarmente ideato per costituire un versatile ausilio per tutte le applicazioni richiedenti la multiprogrammazione. Grazie alla dotazione del sistema operativo a dischi RSTS (Resource Timesharing System), provvisto di un linguaggio programmativo (BASIC PLUS) di facile apprendimento, il PDP-11/45 è stato altresì studiato per l'agevole efficiente impiego — in campo educativo/scientifico/commerciale — da parte di sedici utenti a contemporaneo colloquio interattivo con esso tramite terminali anche a diversa velocità.

Un sistema di comunicazione dati trasmette 25 segnali su un singolo circuito telefonico

La General Telephone & Electronics ha annunziato la produzione di un compatto sistema di comunicazione dati di facile uso che trasmette fino a 25 segnali di dati simultaneamente su un singolo circuito telefonico privato. Il nuovo sistema, progettato dalla GTE Lenkurt Incorporated, sussidiaria della GTE, funziona nella gamma della trasmissione dati a bassa velocità che consente all'utente di soddisfare le varie esigenze di trasmissione dati su un circuito a frequenza vocale.
Data la sua adattabilità, la GTE stima che tale sistema sarà utilizzato da un vasto numero di clienti appartenenti a diverse categorie, in vista della rapida espansione del mercato relativo alla trasmissione dati a bassa velocità. I clienti potenziali sono: compagnie telefoniche, agenti di borsa, servizi stampa, ferrovie,

Il nuovo sistema 25 C della GTE Lenkurt è mostrato in esercizio presso una agenzia di borsa mentre trasmette informazioni relative al mercato azionario su linee telefoniche.

compagnie aeree, società elettriche, banche, compagnie finanziarie, istituti di educazione ed altri utenti di calcolatori elettronici.

Dati i progressi realizzati nella fabbricazione, nel progetto dei circuiti a stato solido e nelle tecniche di montaggio, il nuovo modello 25C viene venduto ad un prezzo inferiore del 35 per cento rispetto a quello del modello precedente 25B.

Differenti Campi di Impiego

Il modello 25C si distingue per la sua semplice installazione, esercizio e manutenzione come pure per la sua affidabilità e durata in applicazioni per le quali il cliente non dispone delle cognizioni tecniche richieste per l'uso di apparecchiature di trasmissione dati ad alta velocità e dei relativi mezzi trasmissivi a larga banda.

Le applicazioni a bassa velocità includono le comunicazioni fra un calcolatore elettronico centrale e i terminali lontani, le reti di calcolatori a tempo diviso, i sistemi di informazione per la gestione di affari, i sistemi di prenotazione per i passeggeri di compagnie aeree e così via.

Il nuovo sistema ha la caratteristica di suddividere, a seconda delle necessità del cliente, un normale circuito telefonico in un numero di canali seperati per i dati. Le versioni possibili vanno dalla trasmissione di un unico canale alla velocità di 600 bit di informazioni al secondo fino alla trasmissione di 25 canali a 75 bit al secondo. Nella versione a 25 canali si può trasmettere l'equivalente di 2500 parole al minuto su un singolo circuito a frequenza vocale.

Nuovi dispositivi per la sicurezza dell'automobile

L'automobile « sicura » è un traguardo da raggiungere che impegna sempre più a fondo le industrie automobilistiche di tutto il mondo. Negli Stati Uniti, ad esempio, i costruttori devono ottemperare a leggi federali che stabiliscono, fin nei minimi dettagli, le prove d'urto e di resistenza alle quali deve essere sottoposto ogni prototipo di nuova vettura, prima di essere introdotto nel mercato. Anche in Europa, ovviamente, le industrie del settore effettuano, su loro iniziativa, scrupolosi test d'urto.

In questo difficile campo, l'automazione è in grado di offrire il proprio determinante contributo. La Divisione Scientifica della Honeywell, ad esempio, ha recentemente messo a punto un complesso sistema di strumentazione per rilevare, misurare e registrare tutti quei dati e le informazioni che scaturiscono dai test d'urto. Durante le prove, nelle quali le macchine vengono catapultate a differenti velocità, di fronte o di fianco, contro pareti od ostacoli vari, sono collocati a bordo speciali manichini per simulare il guidatore ed i passeggeri. Questi manichini, attrezzati con elementi sensibili all'urto, permettono la misura del grado di accelerazione o di decelerazione, delle sollecitazioni meccaniche, delle forze di urto, degli impatti che avvengono in seguito all'incidente simulato. Terminali di misurazione sono collocati anche in varie parti della struttura della macchina. Questi punti di percezione delle informazioni vengono collegati, mediante cavo, al centro acquisizione dati dalla Honeywell, che provvede istantaneamente a memorizzare ciò che avviene nelle frazioni di secondo dell'impatto, e quindi a registrare e trascrivere tutti i dati che successivamente vengono analizzati dai tecnici.

Il costo di questo completo sistema di strumentazione è calcolabile nell'ordine di qualche decina di milioni di lire. In Italia esso è già utilizzato negli impianti della Eaton Livia Safety Sistem Division di Rivarolo Canavese, consociata del gruppo americano Eaton Yale. La Eaton Livia annovera tra i propri clienti le più importanti fabbriche italiane di automobili come la Fiat e l'Alfa Romeo.

La Matthey alla I.B.C. '72

La Matthey Printed Products Limited ha esposto un prodotto completamente nuovo alla International Broadcasting Convention che si è tenuta a Londra dal 4 al 9 settembre u.s.

Si tratta del « Matthey Chroma Corrector » destinato alla industria della televisione a colori che, diversamente da altri congegni del genere, è un **correttore** e non un semplice monitor.

Il « Matthey Chroma Corrector » viene inserito in via permanente nel circuito video e consente la rapida correzione di sfasatura nel segnale croma/luminanza fino a ± 4 dB e fino a 100 ns. Il dispositivo è idoneo per l'inserimento in un telatio di 19"; l'altezza è di 1 e mezzo pollice ed è predisposto per la regolazione locale o a distanza. E' destinato all'impiego non solo negli studi televisivi ma anche nei furgoni per trasmissioni esterne.

Nello stand « Mathey » erano in visione anche le già ben note linee di ritardo « Silver Star » con ritardi fino a 1000 ns. e dotate di equalizzatori la cui ondulazione è limitata a ± 0,1 dB fino a 5,5 MHz. Erano esposte inoltre diverse novità assolute come ad esempio un dispositivo di ritardo variabile da 1° a 360° per subportanti Pal o NTSC con piene prestazioni video altre linee di ritardo video da 90° a 180° di subportanti colore dei sistemi Pal o NTSC; inoltre un modulo per il tipo M200/47058 della P.C.B. che comprende ritardi separati da $^1/_2$, 1, 2, 3, 4 ns. per regolazioni del tempo.

■

Un nuovo MOS singolo per calcolatori portatili con visualizzatore a 8 cifre

La General Instrument Europe ha annunciato un nuovo circuito MOS/LSI, il C500, che possiede in un solo chip tutte le logiche richieste per il funzionamento di un calcolatore in grado di svolgere le quattro operazioni aritmetiche fondamentali, pilotando nello stesso tempo un visualizzatore dei risultati a 8 cifre.

Il C500 si presenta sull'attuale mercato come uno dei più avanzati dispositivi, in unico contenitore, ed ha il vantaggio di consentire lo svolgimento delle quattro operazioni nel modo algebrico più semplice, ossia agendo sui tasti nell'usuale successione in cui tali operazioni vengono svolte manualmente.

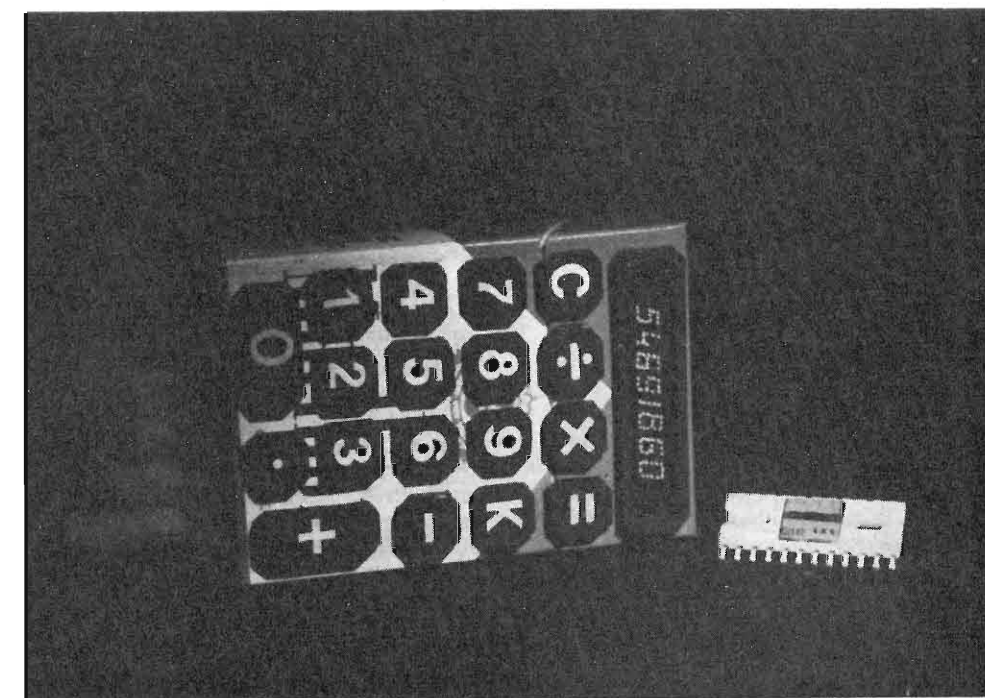
Benché il dispositivo sia in grado di pilotare un visualizzatore con le sole 8 cifre fondamentali, questa limitazione è superata dalla possibilità di ritenere durante il calcolo un esponente di tutti i numeri da $1.000.000^{-20}$ a $9.999.999 \times 10^{+79}$, senza la necessità di indicatori « underflow » o « overflow ».

Quando nella visualizzazione del risultato di un calcolo non appare il punto decimale, ciò sta a significare che il risultato stesso prevede più di 8 cifre. In questo caso è sufficiente determinare la posizione del punto decimale con la divisione del numero visualizzato per potenze di 10, sino a quando il punto decimale stesso non apparirà sul visualizzatore.

Per quanto concerne la cancellazione di un'intera operazione o di una sola cifra impostata, è sufficiente un solo tasto di « clear ». Per ottenere la cancellazione dell'intera operazione impostata, o eseguita, basterà premere contemporaneamente il tasto di « clear » e quello di un qualsiasi numero, mentre per cancellare solo l'ultima cifra impostata occorrerà premere il tasto di « clear » e quello di una delle quattro funzioni.

Il più notevole vantaggio che offre il C500 è infine quello di poter trasformare in costante qualsiasi numero o risultato parziale premendo un tasto apposito

Il C500 è immediatamente disponibile in contenitore dual in line a 24 piedini.

Il nuovo microcircuito C500, sviluppato dalla General Instrument Europe, è in grado di svolgere le 4 operazioni aritmetiche e pilotare un visualizzatore a 8 cifre. Con questo nuovo dispositivo i calcolatori portatili possono assumere le dimensioni di un pacchetto di sigarette.

Attrezzatura mobile per riprese televisive

Questa attrezzature mobile per riprese televisive, incorporata in un furgone appositamente progettato, si avvale di tre telecamere e di una sala di regia nella quale operano il regista, il tecnico delle immagini e quello dei suoni. Tale attrezzatura, realizzata congiuntamente da diverse ditte specializzate, è uno dei sistemi più avanzati di questo genere prodotti in Gran Bretagna.

■

Memoria virtuale per gli elaboratori IBM

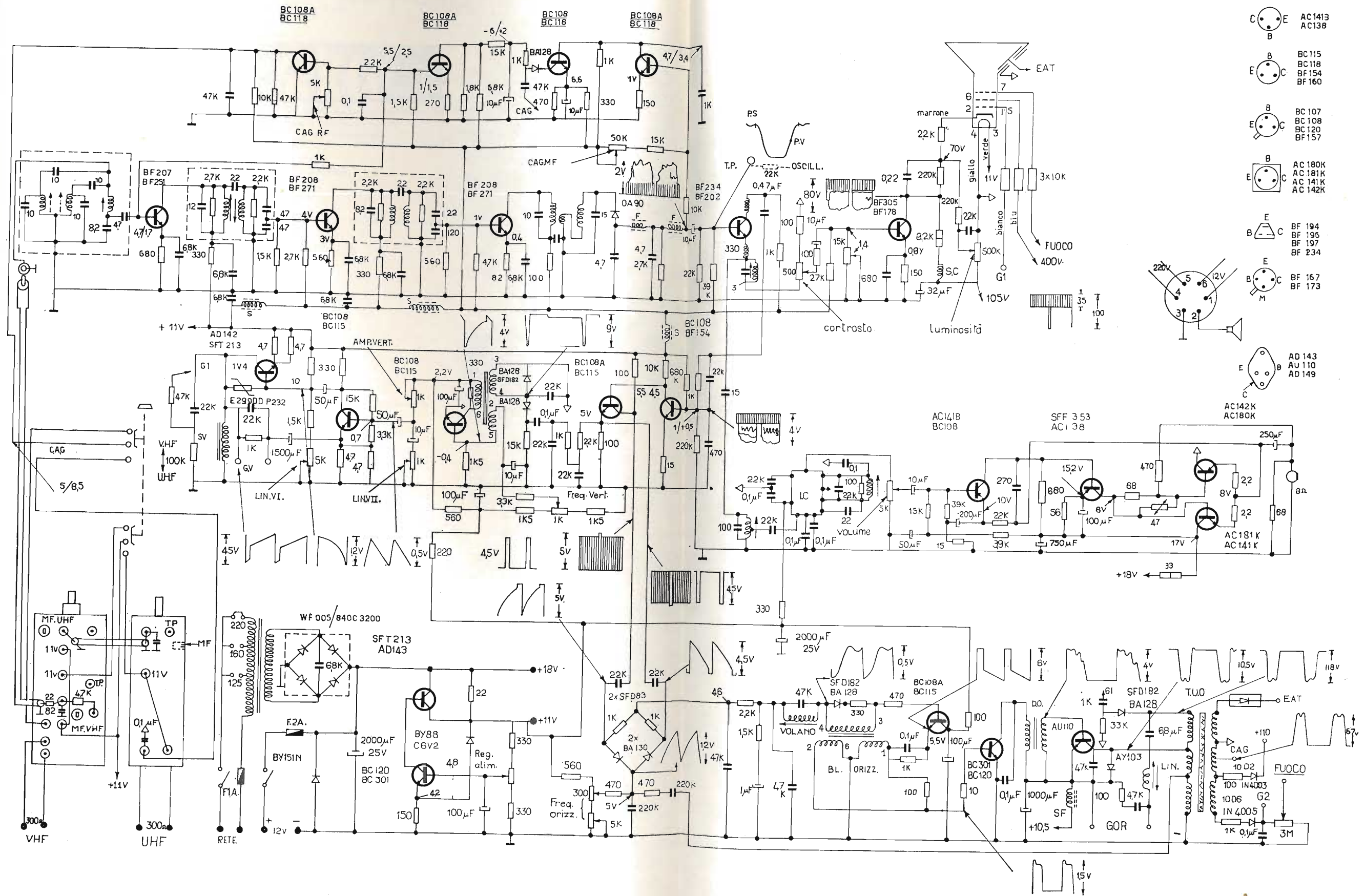
La IBM ha annunciato in tutto il mondo la memoria virtuale per il Sistema/370, una tecnica avanzata che migliora sensibilmente le possibilità operative del calcolatore elettronico, facilita lo sviluppo di nuove applicazioni e offre soluzioni originali per le esigenze dell'elaborazione dei dati negli anni '70.
La memoria virtuale, finora riservata a poche macchine impiegate in ambienti scientifici e universitari, consente l'esecuzione di programmi che richiederebbero altrimenti memorie centrali più grandi di quelle disponibili in realtà. Poiché lo svolgimento di un programma procede proprio come la lettura di un libro (una parola per volta e una pagina alla volta), è sufficiente che il calcolatore abbia nella sua memoria centrale solo le « pagine » che deve elaborare. Tutte le altre pagine possono restare all'esterno della memoria centrale, cioè su unità di memoria a dischi o tamburi magnetici. Quando una pagina è necessaria all'elaborazione viene automaticamente trasferita nella memoria centrale. Se quest'ultima è completamente occupata da altre pagine, lo spazio per la pagina richiesta viene liberato riportando sulla memoria esterna un'altra pagina già utilizzata in precedenza e non più necessaria all'elaborazione.
Con le tecniche di elaborazione tradizionali, un programma da eseguire doveva essere completamente contenuto nella memoria centrale, la cui capacità condizionava rigidamente la dimensione dei lavori eseguibili. Oggi, con la memoria virtuale, i programmi hanno a disposizione uno spazio di oltre 16.000.000 di caratteri impiegando come mezzo ausiliario la memoria a dischi o tamburi magnetici. Risultano, inoltre, semplificati lo sviluppo dei programmi e la sperimentazione di nuove applicazioni prima ostacolate dall'alto costo della memoria centrale.
Per offrire i vantaggi della memoria virtuale agli utenti con le più diverse necessità elaborative, la linea del Sistema/370 IBM è stata ulteriormente ampliata con due nuovi calcolatori di elevate prestazioni, i Modelli 158 e 168. Le memorie di questi calcolatori impiegano transistori ad effetto di campo, cioè una modernissima tecnologia che ha consentito di realizzare memorie più veloci di quelle tradizionali a nuclei di ferrite e molto compatte: una sola piastrina più piccola di un centimetro quadrato è infatti in grado di memorizzare un migliaio di informazioni elementari. Entrambi i nuovi elaboratori possono effettuare una operazione elementare in tempi dell'ordine dei nanosecondi (miliardesimi di secondo) e sono disponibili in quattro versioni con memorie centrali che raggiungono rispettivamente due e quattro milioni di caratteri.
Il concetto di memoria virtuale può venire esteso a tutto il sistema di elaborazione mediante un particolare programma di controllo che si basa sulla tecnica delle « macchine virtuali », con questa tecnica ogni utente, collegato a distanza attraverso un semplice terminale, agisce come se disponesse « in esclusiva » di un intero elaboratore adattato alle proprie esigenze. Con le macchine virtuali, infatti, vengono ripartite tra gli utenti non solo l'unità centrale di elaborazione (come nel time-sharing) e le « pagine » della memoria centrale, ma anche le unità periferiche (memorie a dischi e nastri magnetici, lettori e perforatori di schede, stampatrici, ecc.).
All'applicazione di concetti così avanzati contribuiscono a nuovi sistemi operativi, cioè particolari programmi che organizzano e controllano ogni attività delle macchine, e apposite unità periferiche; tra queste: un complesso di unità di memoria a dischi magnetici in grado di registrare fino a 3,2 miliardi di caratteri un lettore e un perforatore di schede fabbricati nello stabilimento della IBM Italia a Vimercate.

Archivio schemi

mod. Katya gam 12

mi hanno a disposizio-
oltre 16.000.000 di ca-
come mezzo ausilia-
ischi o tamburi magne-
ltre, semplificati lo svi-
mi e la sperimentazio-
icazioni prima ostaco-
o della memoria cen-

ggi della memoria vir-
con le più diverse ne-
, la linea del Sistema/
ulteriormente ampliata
colatori di elevate pre-
158 e 168. Le memo-
olatori impiegano tran-
li campo, cioè una mo-
logia che ha consen-
memorie più veloci di
a nuclei di ferrite e
una sola piastrina più
ltimetro quadrato è in-
memorizzare un migliaio
elementari. Entrambi i
possono effettuare una
ntare in tempi dell'or-
condi (miliardesimi di
disponibili in quattro
norie centrali che rag-
vamente due e quattro
ri.
moria virtuale può ve-
to il sistema di elabo-
un particolare program-
ne si basa sulla tecnica
virtuali», con questa
te, collegato a distanza
nplice terminale, agisce
esse «in esclusiva» di
atore adattato alle pro-
on le macchine virtuali,
partite tra gli utenti non
ale di elaborazione (co-
ing) e le «pagine» del-
ale, ma anche le unità
orie a dischi e nastri
e perforatori di schede.

di concetti così avan-
no a nuovi sistemi ope-
olari programmi che or-
rollano ogni attività del-
posite unità periferiche;
complesso di unità di
i magnetici in grado di
3,2 miliardi di caratteri
erforatore di schede fab-
bilimento della IBM Ita-

Schema elettrico del ricevitore di TV wundersen mod. katya gam 12

VIA SERBELLONI, 1 - 20122 MILANO
TEL. 799.951 - 799.952 - 799.953

Via B. Marcello, 10 - Tel. 202.250
MILANO
Ampl. Preampl. Alta fedeltà esecuz. impianti.

R. B. ELETTRONICA di R. Barbaglia
Via Carnevali, 107
20158 Milano - Tel. 370.811
Radio e fonografia elettrocoba
Apparecchiature HiFi
elettroniche a transistori

COSTRUZIONI ELETTROACUSTICHE DI PRECISIONE
Direzione Commerciale: MILANO
Via Alberto Mario, 28 - Milano
Tel. 46.89.09
Stabil. e Amm.ne: REGGIO EMILIA
V. G. Notari - S. Maurizio - Tel. 40.141

RIEM - MILANO
Via dei Malatesta, 8
Telefono, 40.72.147

SOCIETA' ITALIANA TELECOMUNICAZIONI SIEMENS S.p.A.
Sede, direz. gen. e uffici:
20149 MILANO
P.le Zavattari, 12 - Tel. 4388

AUTORADIO TELEVISORI RADIOGRAMMOFONI RADIO A TRANSISTOR

AUTOVOX - Roma
Via Salaria, 981
Telefono 83?.091
Televisori, Radio, Autoradio

CONDOR - Milano
Via Ugo Bassi, 23-A
Tel. 600.628 - 694.267

DBR ELETTRONICA S.p.A.

Via L. Cadorna, 61
VIMODRONE (Milano)
Tel. 25.00.263 - 25.00.086 - 25.01.209

Radio and Television - S.p.A. Italiana
80122 - NAPOLI
Via Nevio, 102 d - Tel. 303500

EUROPHON - Milano
Via Mecenate, 86
Telefono 717.192

FARET - VOXSON - Roma
Via di Tor Corvara, 286
Tel. 279.951 - 27.92.407 - 27.90.52

MANCINI - Milano
Via Lovanio, 5
Radio, TV, Giradischi

NAONIS
INDUSTRIE A. ZANUSSI S.P.A. - PORDENONE
lavatrici televisori frigoriferi cucine

PHONOLA - Milano
Via Montenapoleone, 10
Telefono 70.87.81

RADIOMARELLI - Milano
20099 Sesto S. Giovanni
Viale Italia 1
Tel. 24.76.751 - 24.76.634 - 24.77.241

ROBERT BOSCH S.p.A. - Milano
Via Petitti, 15
Autoradio Blaupunkt

Milano - Via Stendhal 45
Telefono 4225911
Televisori componenti radio

ELECTRONICS
Fono - Radio
Mangiadischi
Complessi stereofonici
LECCO
Via Belvedere, 48
Tel. 27388

ULTRAVOX - Milano
Viale Puglie, 15
Telefono 54.61.351

BOBINATRICI

PARAVICINI - Milano
Via Nerino, 8
Telefono 803.426

CONDENSATORI RESISTENZE

ICAR - MILANO
Corso Magenta, 65
Tel. 867.841 (4 linee con ricerca aut.)

RE.CO S.r.l. FABB. RESISTENZE
Via Regina Elena, 10 - Tel. (035) 901003
24030 MEDOLAGO (Bergamo)

GIOGHI DI DEFLESSIONE TRASFORMATORI DI RIGA E.A.T. TRASFORMATORI

C E A - Elettronica
GROPELLO CAIROLI (Pavia)
Via G. B. Zanotti
Telefono 85 114

ICAR - Milano
Corso Magenta, 65
Tel. 867.841 (4 linee con ricerca aut.)

LARE - Cologno Monzese (Milano)
Via Piemonte, 21
Telefono 2391 (da Milano 912-2391)
Laboratorio avvolgim. radio elettrici

GIRADISCHI AMPLIFICATORI ALTOPARLANTI E MICROFONI

Lenco
LENCO ITALIANA S.p.A.
60027 Osimo (Ancona) Tel. 72803
giradischi e complessi Hi-Fi - meccaniche per mangianastri - micromotori a c.c. e c.a.

PHILIPS - Milano
Piazza IV Novembre, 6 - Tel. 69.94
Giradischi

COSTRUZIONI ELETTROACUSTICHE DI PRECISIONE
Direzione Commerciale: MILANO
Via Alberto Mario, 28 - Milano
Tel. 46.89.09
Stabilim. e Amm.ne: REGGIO EMILIA
V. G. Notari - S. Maurizio - Tel. 40.141

RIEM - Milano
Via dei Malatesta, 8
Telefono, 40.72.147

SOCIETA' ITALIANA TELECOMUNICAZIONI SIEMENS S. p. A.
Sede, direz. gen. e uffici:
20149 MILANO
P.le Zavattari, 12 - Tel. 4388

GRUPPI DI A. F.

LARES - Componenti Elettronici S.p.A.
Paderno Dugnano (Milano)
Via Roma, 92

PHILIPS - Milano
Piazza IV Novembre, 3
Telefono 69.94

RICAGNI - Milano
Via Mecenate, 71
Tel. 504.002 - 504.008

POTENZIOMETRI

ICAR - Milano
Corso Magenta, 65
Tel. 867.841 (4 linee con ricerca aut.)

LIAR - Milano
Via Marco Agrate, 43
Tel. 530.273 - 530.873 - 530.924

RAPPRESENTANZE ESTERE

BELOTTI ING. S. & DR. GUIDO
Piazza Trento 8 - 20135 MILANO
Tel. 54.20.51 (5 linee)-54.33.51 (5 linee)
Strumenti elettrici di misura
Costruzioni elettriche

Stati Uniti - Weston, Esterline Angus, Sangamo, Biddle, Non Linear System, PRD Electronics.
Inghilterra - Evershed-Megger, Tinsley, Wayne Kerr, Foster, Record.
Germania - Zera, Jahre, Elektrophysik, Schmidt & Haensch, Fischer.
Giappone - Anritsu, Iwatsu, Takeda Riken.

LARIR INTERNATIONAL - Milano
Viale Premuda, 38/A
Tel. 780.730 - 795.762/3

SILVERSTAR - Milano
Via dei Gracchi, 20
Tel. 46.96.551

STABILIZZATORI DI TENSIONE

LARE - Cologno Monzese (Milano)
Via Piemonte, 21
Telefono 2391 (da Milano 912-239)
Laboratorio avvolgim. radio elettrice

◆

EDITRICE IL ROSTRO

20155 MILANO - VIA MONTE GENEROSO 6/a - TEL. 321.542 - 322.793

LISTINO (provvisorio) 1973

SCHEMARIO TV

Serie	Prezzo
I serie 1954	L. 4.800 (004500)
II serie 1955	L. 4.800 (004500)
III serie 1956	L. 4.800 (004500)
IV serie 1957	L. 4.800 (004500)
V serie 1958	L. 4.800 (004500)
VI serie 1958	L. 4.800 (004500)
VII serie 1959	L. 4.800 (004500)
VIII serie 1959	L. 4.800 (004500)
IX serie 1960	L. 4.800 (004500)
X serie 1960	L. 4.800 (004500)
XI serie 1961	L. 4.800 (004500)
XII serie 1961	L. 4.800 (004500)
XIII serie 1962	L. 4.800 (004500)
XIV serie 1962	L. 4.800 (004500)
XV serie 1962	L. 4.800 (004500)
XVI serie 1963	L. 4.800 (004500)
XVII serie 1963	L. 4.800 (004500)
XVIII serie 1963	L. 4.800 (004500)
XIX serie 1964	L. 4.800 (004500)
XX serie 1964	L. 4.800 (004500)
XXI serie 1964	L. 4.800 (004500)
XXII serie 1965	L. 4.800 (004500)
XXIII serie 1965	L. 4.800 (004500)
XXIV serie 1965	L. 4.800 (004500)
XXV serie 1965	L. 4.800 (004500)
XXVI serie 1966	L. 4.800 (004500)

SCHEMARIO TV con note di servizio

Serie	Prezzo
XXVII serie 1966	L. 8.000 (007500)
XVIII serie 1967	L. 8.000 (007500)
XXIX serie 1967	L. 8.000 (007500)
XXX serie 1968	L. 8.000 (007500)
XXXI serie 1968	L. 8.000 (007500)
XXXII serie 1968	L. 8.000 (007500)
XXXIII serie 1968	L. 8.000 (007500)
XXXIV serie 1968	L. 8.000 (007500)
XXXV serie 1969	L. 8.000 (007500)
XXXVI serie 1969	L. 8.000 (007500)
XXXVII serie 1969	L. 8.000 (007500)
XXXVIII serie 1970	L. 8.000 (007500)
XXXIX serie 1970	L. 8.000 (007500)
XL serie 1970	L. 8.000 (007500)
XLI serie 1971	L. 8.000 (007500)
XLII serie 1971	L. 8.000 (007500)
XLIII serie 1971	L. 8.000 (007500)
XLIV serie 1972	L. 8.000 (007500)
XLV serie 1972	L. 8.000 (007500)

SCHEMARIO Radio, Autoradio, Mangianastri a transistori - I, II e III volume (0010000) . . . . Cad. L. 10.600

A. Ferraro
INTRODUZIONE ALLA TELEVISIONE A COLORI (007000) » 7.500

F. Ghersel
LA TELEVISIONE A COLORI (009500) . . . . . . » 10.100

CORSO DI TELEVISIONE A COLORI - 8 volumi (0024000) » 25.500
cadauno (003000) . . . . » 3.200

E. Grosso
VIDEOSERVICE TVC (0014000) . . . . » 15.000

A. Nicolich
SCHEMARIO TVC (0013000) . . . . » 14.000

G. Kuhn
SEMICONDUTTORI DI COMMUTAZIONE (006000) . . » 6.400

G. Kuhn
NUOVO MANUALE DEI TRANSISTORI (008000) . . . » 8.500

G. Kuhn
GUIDA BREVE ALL'USO DEI TRANSISTORI (001000) . » 1.100

F. Ghersel
I TRANSISTORI (0011000) . . . . » 11.700

E. Aisberg
IL TRANSISTORE? E' una cosa semplicissima (001900) » 2.050

R. V. Gostrem G.S. Sinovev
DIODI TUNNEL (002500) . . . . » 2.700

MUSICA ELETTRONICA (003000) . . . . . » 3.200

SPIONAGGIO ELETTRONICO (003000) . . . . . » 3.200

CONTRO SPIONAGGIO ELETTRONICO (003000) . . » 3.200

COLLANA TV - 13 volumi (0039000) . . . . . . » 41.000
cadauno (003500) . . . . » 3.700

A. Six
RIPARARE UN TV? E' una cosa semplicissima (002500) » 2.700

C. Favilla
GUIDA ALLA MESSA A PUNTO DEI RICEVITORI TV (002500) . . . . » .2700

A. Nicolich - G. Nicolao
ALTA FEDELTA' HIFI (007000) . . . . . . » 7.450

N. Callegari
RADIOTECNICA PER IL LABORATORIO (003000) . . » 3.200

A. Colella
DIZIONARIO DI ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA italiano-inglese - inglese-italiano (009000) . . . . » 9.600

G. Fiandaca
DIZIONARIO DI ELETTROTECNICA tedesco-italiano (006000) . . . . » 6.400

A. Nicolich
LESSICO TEDESCO ITALIANO DELLE DEFINIZIONI DI TVC (002000) . . . . » 2.150

V. Banfi - M. Lombardi
PROBLEMI DI RADIO ELETTRONICA (003000) . . . » 3.500

A. Haas
MISURE ELETTRONICHE (004500) . . . . . . » 4.800

P. Nucci
L'ELETTRONICA INDUSTRIALE (005000) . . . . » 5.300

P. Soati
LE RADIO COMUNICAZIONI (002600) . . . . . » 2.750

A. Marino
CORSO DI TECNICA FRIGORIFERA (005800) . . . » 6.150

A. Nicolao
LA TECNICA DELLA STEREOFONIA (002300) . . . » 2.450

P. Soati
AUTO RADIO (005200) . . . . » 5.500

D. Pellegrino
TRASFORMATORI (002500) . . . . » 2.700

A. Niutta
TECNICA DELLE TELECOMUNICAZIONI A GRANDE DISTANZA (004800) . . . . » 5.100

A. Susini
VADEMECUM DEL TECNICO ELETTRONICO (003600) » 3.800

P. Soati
TV - SERVIZIO TECNICO (003800) . . . . . . » 4.050

H.G. Mende
RADAR (00650) . . . . » 700

R. Wigand e H. Grossman
COLLANA DI RADIOTECNICA (003000) . . . . . » 3.200

R. Wigand e H. Grossman
COLLANA DI TRASMISSIONE E RICEZIONE DELLE ONDE CORTE E ULTRACORTE (003800) . . . . . » 4.050

A. Nicolich
LA SINCRONIZZAZIONE DELL'IMMAGINE IN TELEVISIONE (003300) . . . . » 3.500

G. Mannino Patané
ELEMENTI DI TRIGONOMETRIA PIANA (00500) . . . » 550